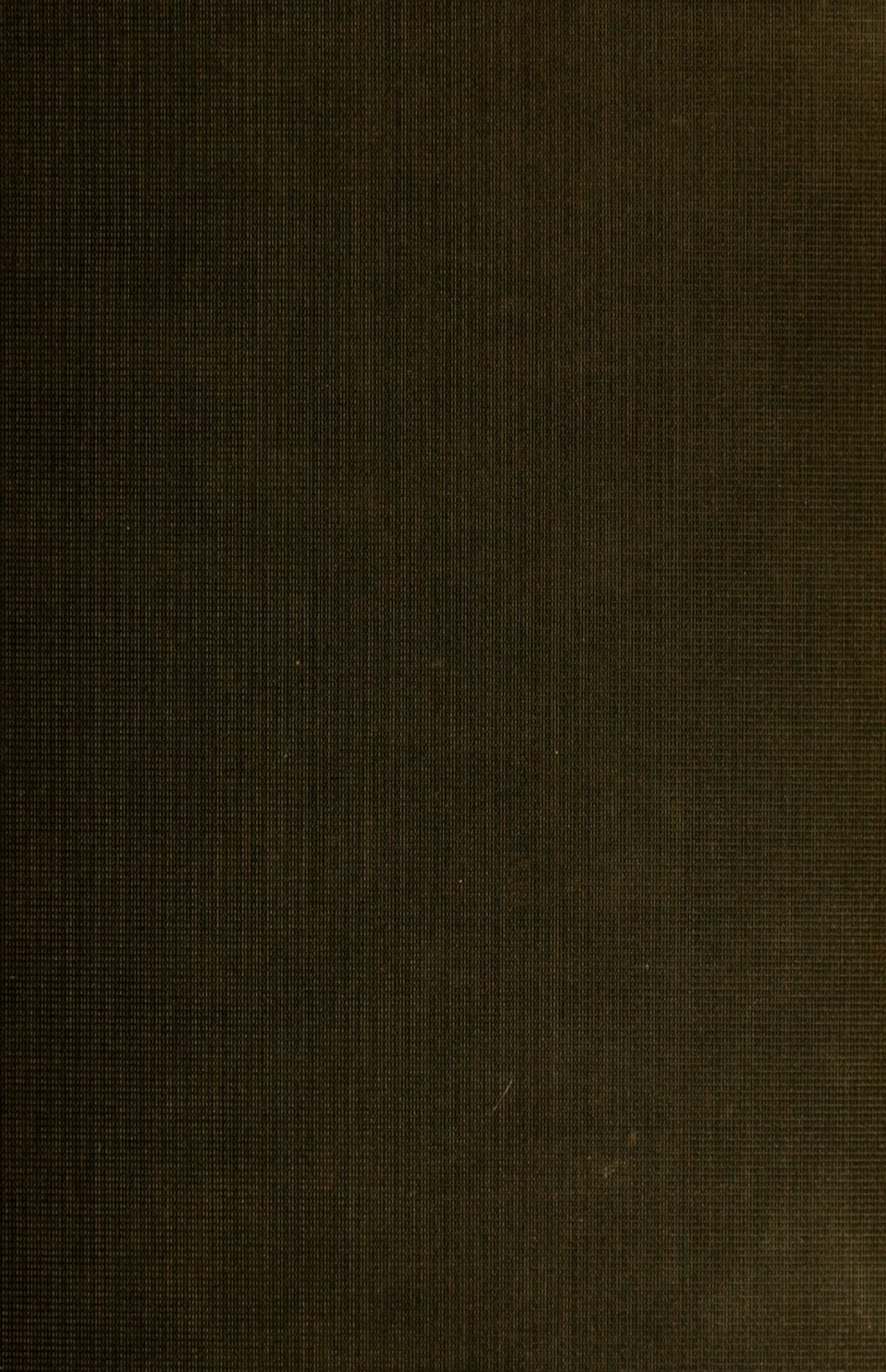










Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. C. SCHRÖTER

herausgegeben

von

Prof. Dr. HANS SCHINZ
Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Siebenundfünfzigster Jahrgang. 1912.

Mit 26 Tafeln.

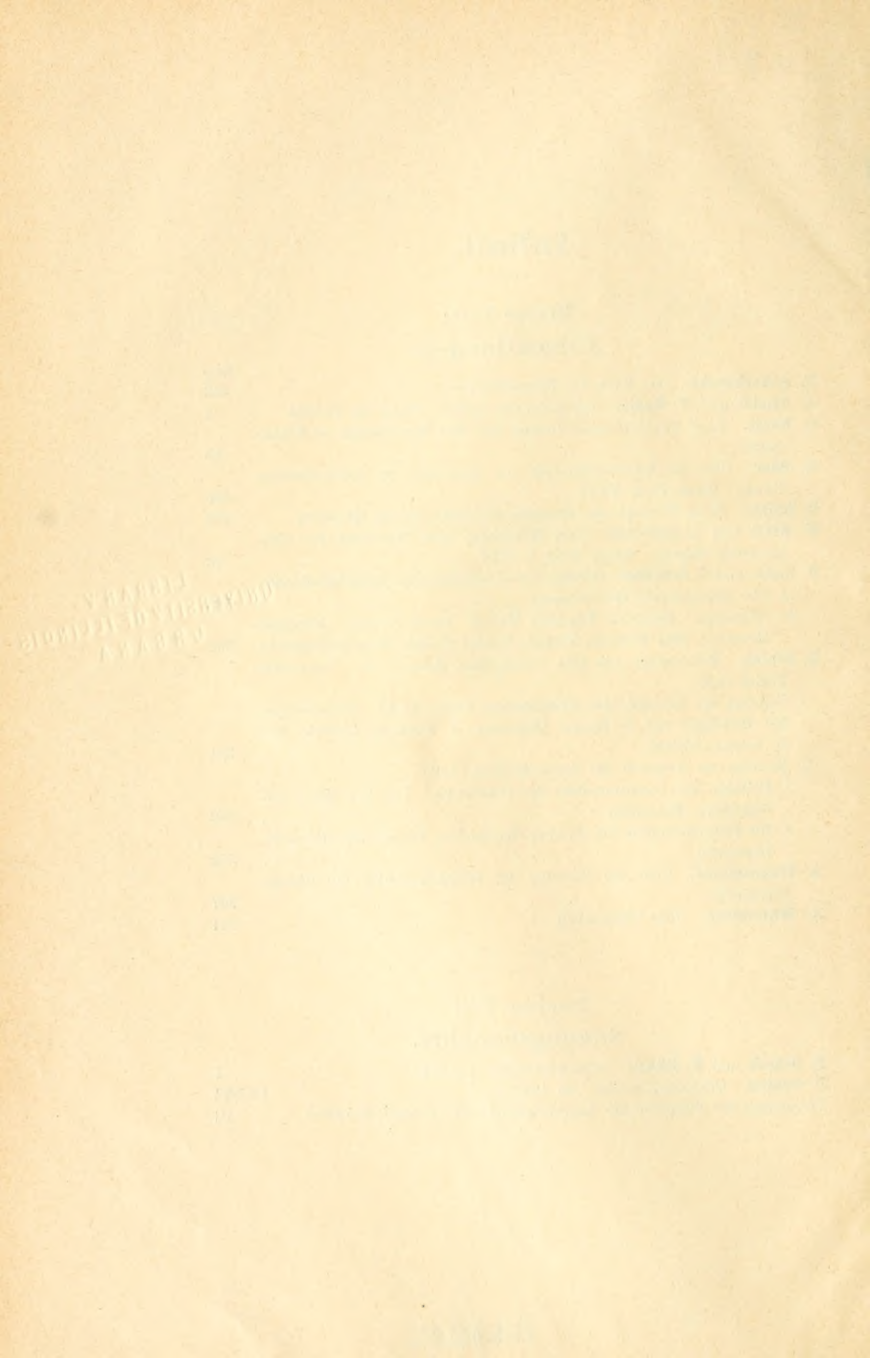
Zürich,
in Kommission bei **Beer & Co.** in **Zürich**
1913.

Gründungsjahr der Gesellschaft
1746.

Inhalt.

Erster Teil:
Abhandlungen.

Zweiter Teil:
Sitzungsberichte.



Erster Teil

Abhandlungen







Druck v. Brunner & Co, Zürich

J. Amsler-Laffon

Jakob Amsler-Laffon.

Von

Alfred Amsler und Ferdinand Rudio.

Mehr als sechs Jahrzehnte lang hat die Naturforschende Gesellschaft in Zürich Jakob Amsler zu den ihrigen zählen dürfen. Seit 1894 gehörte er ihr als Ehrenmitglied an. Als im Jahre 1856 die Gesellschaft ihre Vierteljahrsschrift gründete, hatte sie die Freude, den ersten Jahrgang mit der Abhandlung schmücken zu dürfen, in der Amsler das kurz zuvor von ihm erfundene Polarplanimeter beschrieb. Abhandlungen von solchem Range wiederholen sich natürlich nicht leicht. Aber Amsler hat nie aufgehört, der Naturforschenden Gesellschaft sein Interesse zu bekunden, und er hat ihr ausser der genannten auch noch andere Arbeiten gewidmet, die den Stempel seiner Eigenart tragen.

Nun ist er am 3. Januar dieses Jahres im hohen Alter von über 88 Jahren nach einem an Arbeit, Erfolgen und Ehren reichen Leben entschlafen. Es ist daher nur ein Akt der Pietät, wenn den Lesern der Vierteljahrsschrift ein Bild von dem Leben und dem Wirken des verehrten Mannes dargeboten wird.[1])

Jakob Amsler wurde am 16. November 1823 auf Stalden bei Brugg (auf dem Bötzberg) als Sohn eines Landwirts geboren. Der berühmte Kupferstecher Samuel Amsler (geb. 1791 in Schinznach,

[1]) Das vorangestellte Porträt ist eine photographische Reproduktion des Ölgemäldes, das Richard Amsler, der zweite Sohn des Verstorbenen, gemalt hat. Es stellt Amsler in seinem 80. Lebensjahre dar. Das im Texte wiedergegebene Bild stammt aus dem Jahre 1878. Wir bemerken noch, dass der eine von uns (A. A.) einen kurzen Nachruf schon in der Schweiz. Bauzeitung, Bd. 59, 1912, Nr. 2, veröffentlicht hat. Einige Stellen dieses zwei Seiten umfassenden Aufsatzes sind in dem vorliegenden Nekrologe wörtlich wiedergegeben. Wir verweisen sodann noch auf den Nekrolog, den Stambach in der Schweiz. Geometerzeitung 1912, S. 23—26 hat erscheinen lassen. A. A. u. F. R.

gest. 1849 in München), dem wir die prächtigen Stiche von Thorwaldsens *Alexanderzug* und Overbecks *Triumph der Religion in den Künsten* verdanken, war sein Onkel. Künstlerische Begabung, wie sie dem Erfinder eignet, insbesondere Liebe zur Musik, waren auch auf Jakob Amsler übergegangen.

Nachdem er die Elementarschule im Dorfe Ursprung auf dem Bötzberg, die Sekundarschule Lenzburg und sodann die Kantonsschule in Aarau besucht hatte, studierte er zunächst von 1843 bis 1844 an der Universität Jena, und zwar, der Matrikel nach, Theologie. Auch in Königsberg, wo er von 1844 bis 1848 seine Studien fortsetzte, gehörte er der theologischen Fakultät an, allerdings ohne sich allzusehr in die Geheimnisse des alten oder des neuen Testamentes zu vertiefen. Bildete doch damals Königsberg ein Hauptzentrum der mathematischen Wissenschaft, zu der sich Amsler schon frühe mächtig hingezogen fühlte. Jacobi freilich hatte gerade kurz zuvor Königsberg aus Gesundheitsrücksichten verlassen müssen, aber Bessel, Hesse, Neumann, Richelot verstanden es, einen stattlichen Kreis junger aufstrebender Talente um sich zu versammeln. Zu Amslers Studiengenossen gehörten Siegfried Aronhold, Heinrich Durège und Gustav Kirchhoff; mit diesen hat er zeitlebens einen herzlichen Freundschaftsverkehr unterhalten.

Den nachhaltendsten Einfluss unter den genannten Königsberger Professoren hat Franz Neumann auf den jungen Amsler ausgeübt. Sieben Semester lang besuchte er die Vorlesungen und Übungen des ausgezeichneten Lehrers und Forschers. Freilich waren die physikalischen Laboratorien damals noch nicht so eingerichtet wie heutzutage. Die Apparate, mit denen der junge Praktikant seine Versuche machen wollte, musste er sich meistens selbst anfertigen; dazu standen ihm eine Drehbank, eine Hobelbank und ein Schraubstock zur Verfügung. Aber Amsler hat später oft selbst hervorgehoben, wie sehr ihm gerade diese Primitivität der Einrichtungen, die auf Schritt und Tritt Probleme stellte und den Erfindungsgeist herausforderte, zu statten gekommen sei. Welche Verehrung Amsler seinem Lehrer Neumann, der ihn auch zum Familienverkehr herangezogen hatte, zeitlebens bewahrte, bekundete er noch in seinem höchsten Alter. Im Jahre 1904 war Neumanns Lebensgeschichte erschienen unter dem Titel: *Franz Neumann, Erinnerungsblätter von seiner Tochter Luise Neumann.* Der Einundachtzigjährige liess es sich damals nicht nehmen, für die Leser der Vierteljahrsschrift einen Aufsatz: *Zur Lebensgeschichte von Franz Neumann (1798—1895)* zu verfassen, in der Absicht, weiteste Kreise für die bedeutsame und schöne Biographie seines ehemaligen Lehrers zu interessieren.

Im Frühjahr 1848 kehrte Amsler nach fast fünfjähriger Abwesenheit in die schweizerische Heimat zurück. Nach kurzem Aufenthalte in Stalden wandte er sich zunächst nach Genf, um unter Plantamour auf der Sternwarte zu arbeiten. Diese Tätigkeit war für seine Ausbildung insofern von Bedeutung, als durch die Handhabung der astronomischen Instrumente sein Sinn für Präzisionsmechanik entwickelt und geschärft wurde.

Nach einjährigem Aufenthalte in Genf siedelte Amsler nach Zürich über, in der Absicht, sich an der hiesigen Universität zu habilitieren. Mit Zürich, speziell mit der Naturforschenden Gesellschaft, war er schon etliche Jahre früher in wissenschaftliche Beziehung getreten. Im Jahre 1846 hatte diese älteste naturwissenschaftliche Gesellschaft der Schweiz ihr hundertjähriges Jubiläum gefeiert. Zu Ehren des Festes hatten sich mehrere zürcherische Gelehrte zur Herausgabe von wissenschaftlichen Abhandlungen vereinigt. Diese erschienen in den Neuen Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften (Bd. 8—10), wurden aber auch in einem besonderen Bande herausgegeben unter dem Titel: *Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich zur Feier ihres hundertjährigen Jubiläums. Neuenburg 1847.* Die Verfasser waren A. Kölliker, A. Mousson, J. L. Raabe, H. Koch und A. Kölliker, O. Heer, E. Schweizer, C. Nägeli, J. J. Bremi, J. W. v. Deschwanden, J. Amsler und R. H. Hofmeister. Amsler hat seine Abhandlung offenbar von Königsberg aus eingesandt. Jedenfalls ist bemerkenswert, dass bei einem solchen Anlasse und in diesem Kreise meist älterer Gelehrter, von denen sich einige, wie Heer, Kölliker, Mousson, Nägeli, doch schon eines bedeutenden Rufes erfreuten, ein noch nicht vierundzwanzigjähriger Student vertreten war, der zudem weder aus Zürich stammte noch dort wohnte. Die Abhandlung Amslers, die also die Erstlingsarbeit des jungen Gelehrten darstellt, ist betitelt *Zur Theorie der Verteilung des Magnetismus im weichen Eisen* (26 Seiten) und knüpft an die Neumannschen Arbeiten über die Potentialtheorie an. Sie findet sich wieder abgedruckt im 10. Bande (1849) der schon erwähnten Neuen Denkschriften.

Nachdem sich Amsler an der Zürcher Universität habilitiert hatte, begann er Ostern 1850 seine akademische Tätigkeit, die sich allerdings nur über vier Semester erstreckte. Rektor der Hochschule war damals der berühmte Theologe Alexander Schweizer, Dekan der philosophischen Fakultät unser Albert Mousson. In den vier Semestern 1850—1852, während derer Amsler der Zürcher Universität angehörte, hat er folgende Vorlesungen gehalten:

Sommer 1850: Einleitung in die Analysis des Unendlichen, 3 St.; Neuere Geometrie, 2 St.: Mathematische Theorie der Wärme, 2 St.

Winter 1850/51: Theorie der Wärme und der Anziehung (als Fortsetzung) 2 St.; Theorie des Lichts, 2 St.; Anwendungen der Differentialrechnung, insbesondere auf Geometrie, 2 St.

Sommer 1851: Mechanik, 5 St. (in demselben Semester hatte der Ordinarius Müller Mechanik vierstündig angekündigt); Einleitung in die Analysis des Unendlichen, 3 St.

Winter 1851/52: Mathematische Geographie, 4 St.; Theorie der Elastizität (angewendet auf Optik und Akustik), 4 St.

Zu Amslers Zuhörern gehörte auch Georg Sidler[1], der nachmalige Professor der Mathematik an der Berner Universität. Sidler hat später noch oft und gern von den Anregungen gesprochen, die er seinem Lehrer verdankte. Jedenfalls bildeten die Vorlesungen Amslers eine willkommene Ergänzung des bisherigen Programmes, denn da der treffliche Carl Heinrich Graeffe, der schon seit 1833 als Privatdozent wirkte, aber erst 1860 zum Extraordinarius befördert wurde, zu jener Zeit nicht las, so ruhte die Hauptlast auf den Schultern des Extraordinarius J. L. Raabe; der Ordinarius Anton Müller erfreute sich nämlich keines besonderen Ansehens und wurde von den Studenten nicht sehr eifrig besucht.[2]

Während seiner akademischen Tätigkeit in Zürich nahm Amsler auch regen Anteil an den Arbeiten der Naturforschenden Gesellschaft. So hielt er ihr am 4. März 1850 — Präsident war damals Oswald Heer — einen Vortrag *Über die klimatologischen Verhältnisse der Polargegenden*. Meteorologischen Fragen hat Amsler überhaupt stets ein besonderes Interesse zugewandt, wie wir noch sehen werden. Am 25. November 1850 sprach er *Über die Anwendung von Schwingungsbeobachtungen zur Bestimmung der spezifischen Wärme fester Körper bei konstantem Volumen*. Der Vortrag, der mit der Erklärung schloss, „dass bei unserer gegenwärtigen Kenntnis der molekularen Kräfte Schwingungsbeobachtungen nicht zu einer zuverlässigen Bestimmung des Verhältnisses der beiden spezifischen Wärmen benutzt werden können", findet sich abgedruckt im zweiten Bande (1850–1852) der Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

An dieser Stelle sind ferner drei Abhandlungen Amslers zu erwähnen, die im 42. Bande (1851) von Crelles Journal erschienen sind.

[1]) Siehe den Nekrolog im 53. Bande der Vierteljahrsschrift.

[2]) Die etwas eigentümlichen Verhältnisse in der Besetzung der mathematischen Lehrstellen an der Zürcher Universität in den Jahren 1833—1876 sind S. 12—13 des in der vorhergehenden Note erwähnten Nekrologes auf Sidler ausführlicher dargelegt.

Die erste (datiert mit „Stalden, den 30. Mai 1848“) ist betitelt *Neue geometrische und mechanische Eigenschaft der Niveauflächen* und gibt „eine Verallgemeinerung des Yvoryschen Theorems in der Theorie der Attraktion der Ellipsoiden, und der von Poisson gegebenen Erweiterung derselben“. Die beiden anderen Abhandlungen heissen: *Zur Theorie der Anziehung und der Wärme* und *Über die Gesetze der Wärmeleitung im Innern fester Körper, unter Berücksichtigung der durch ungleichförmige Erwärmung erzeugten Spannung.* Die letztere Abhandlung ist auch im zwölften Bande (1852) der Neuen Denkschriften abgedruckt.

In die Schweizerische naturforschende Gesellschaft war Amsler 1849 als Mitglied aufgenommen worden. Aber schon 1848 brachten die Verhandlungen dieser Gesellschaft die Abhandlung *Methode, den Einfluss zu kompensieren, welchen die Eisenmassen eines Schiffes infolge der Verteilung der magnetischen Flüssigkeiten durch den Erdmagnetismus auf die Kompassnadel ausüben.* Diese Abhandlung knüpft an die bereits früher besprochene Arbeit über die Verteilung des Magnetismus im weichen Eisen an und gipfelt in dem für die Nautik äusserst wichtigen Satze: „Die Eisenmassen eines Schiffes lassen sich auf leicht ausführbare Weise immer so in demselben verteilen, dass sie keine Wirkung auf die Kompassnadel ausüben, welches auch die Richtung der Resultante des Erdmagnetismus sei“.

Um sich auf eigene Füsse zu stellen, nahm Amsler im Jahre 1851 eine Stelle als Lehrer der Mathematik am Gymnasium in Schaffhausen an, zunächst wohl in der Hoffnung, dass er dort noch nebenbei Gelegenheit haben werde, sich in der reinen Mathematik weiterzubilden, um wieder in die akademische Laufbahn zurückzukehren. So behielt er denn auch im Winter 1851/52 seine zürcherische Wohnung im Kleinen Seidenhof noch bei und hielt auch, wie wir gesehen haben, seine Vorlesungen an der Universität. Aber schon mit dem Sommersemester 1852 sah er sich genötigt, auf diese Tätigkeit zu verzichten und sich zu konzentrieren. Es zeigte sich überhaupt bald, dass Amsler erst jetzt sich selbst entdecken und dass er sein Lebenswerk auf einem andern Gebiete als dem der reinen Mathematik vollbringen sollte. Das entscheidende Jahr war das Jahr 1854, das Geburtsjahr des Polarplanimeters.

Bevor wir zur Erfindung dieses wichtigen Instrumentes übergehen, ist zu sagen, dass das Jahr 1854 auch noch in anderer Hinsicht für Amslers Leben bedeutungsvoll gewesen ist. In diesem Jahre verheiratete er sich mit Elise Laffon, der jüngsten Tochter des Apo-

thekers J. C. Laffon in Schaffhausen, eines in den Kreisen der schweizerischen Naturforscher bekannten und sehr angesehenen Mannes, der 1847 die 32. schweizerische Naturforscherversammlung — die zweite in Schaffhausen — als Jahrespräsident geleitet hatte. Der glücklichen Ehe entsprossen zwei Töchter und drei Söhne, von denen der älteste und der jüngste später in die väterliche Fabrik eintraten, während der mittlere Maler wurde. Die älteste Tochter ist den Eltern, als sie alt und hülfsbedürftig wurden, eine liebevolle und aufopfernde Pflegerin gewesen. Die Mutter, die 1899 starb, war schon früh erblindet, trug aber ihr schweres Geschick mit grösster Geduld. Und auch der Vater war in den letzten Jahren des Gesichtes und des Gehöres fast gänzlich beraubt.

Mit der Idee des Planimeters hatte sich Amsler schon seit 1849 beschäftigt, in welchem Jahre er mit dem Planimeter des Thurgauer Ingenieurs Oppikofer bekannt geworden war. Er schreibt darüber selbst in der Einleitung zu der schon erwähnten grundlegenden Abhandlung im ersten Band (1856) der Vierteljahrsschrift:

„Die analytische Berechnung des Flächeninhaltes gezeichneter Figuren ist nur dann praktisch anwendbar, wenn ihre Umfänge von Geraden oder von Bogenstücken gewisser einfacher Kurven gebildet werden. Befolgen die Grenzen dagegen ein kompliziertes oder nicht erkennbares Gesetz, so ist man auf die Anwendung von Näherungsverfahren angewiesen. In allen Fällen aber ist die Flächenberechnung mühsam und zeitraubend, was dann besonders fühlbar wird, wenn eine grosse Anzahl von Figuren zu berechnen ist, wie beim Strassen- und Eisenbahnbau und bei den Katastervermessungen.

In neuerer Zeit sind verschiedene Vorrichtungen, sogenannte Planimeter, in Anwendung gebracht oder vorgeschlagen worden, mit deren Hülfe der Flächeninhalt einer ebenen Figur durch ein teilweises oder ganz mechanisches Verfahren gefunden werden kann. Allein erst durch das von Oppikofer[1]) in Anwendung gebrachte Prinzip wurde eine Auflösung des Problems angebahnt, welche gehörig durchgeführt allen Anforderungen der Praxis genügen wird. Oppikofer erfand im Jahre 1827 ein Instrument, welches den Inhalt einer Figur bloss durch Umfahren ihres Umfangs mit der Spitze eines Fahrstiftes angibt. Genau auf die nämliche Idee scheint der bayrische Trigonometer J. M. Herrmann[2]) schon 1814 gekommen zu sein;

[1]) Bulletin de la Soc. d'encouragement 1841 und Dinglers Journal, Bd. 86; Wild, 11. Übersicht der Verhandlungen der technischen Gesellschaft in Zürich; Wolf, Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1851.

[2]) Man sehe hierüber Bauernfeinds Notiz in Dinglers Journal, Bd. 137, p. 82.

allein seine Erfindung wurde gänzlich vergessen und von Oppikofer neu gemacht.

Wetli in Zürich machte sich 1849 durch wesentliche Umgestaltung und Verbesserung der Oppikoferschen Erfindung verdient. Die nach seinem System konstruierten Instrumente genügen, was ihre Genauigkeit anbetrifft, allen praktischen Bedürfnissen und erfreuen sich gegenwärtig einer ziemlich ausgebreiteten Anwendung. — Verschiedene von andern mit dem Wetlischen Instrumente vorgenommene Änderungen sind zum Teil von keinem wesentlichen Belang, zum Teil zweckwidrig.

Letzteres gilt namentlich von dem Decherschen Planimeter [1], welcher indessen in theoretischer Beziehung einiges Interesse darbietet.

Über die Einrichtung der von Keller und Füchtbauer [2] erfundenen Planimeter ist noch nichts bekannt geworden.

Der Hauptübelstand, welcher der allgemeinen Verbreitung der nach Wetlis System konstruierten Planimeter entgegensteht, ist ihr hoher Preis und ihre Schwerfälligkeit. Verfasser bemühte sich, seit er (im Jahre 1849) den Oppikoferschen Planimeter kennen lernte, ein einfacheres und kompendiöseres Instrument zum nämlichen Zweck aufzufinden, sei es nun auf Grundlage der Oppikoferschen oder eines ähnlichen Prinzipes. Vor zwei Jahren gelang es ihm, eine durch ihre Einfachheit überraschende Auflösung der Aufgabe zu finden. Zahlreiche nach dem neuen Systeme ausgeführte Planimeter bewährten sich auch in der praktischen Anwendung.

Eine weitere Entwicklung des zugrunde liegenden Prinzipes führte ausserdem zur Auflösung einiger verwandten Aufgaben, wie z. B. die mechanische Bestimmung der statischen und Trägheits-Momente ebener Figuren.

Der Hauptgegenstand dieser Abhandlung ist die Beschreibung und Theorie der neuen Instrumente; zur Vergleichung aber und um einiger kritischen Bemerkungen willen wurde auch eine kurze Beschreibung und Theorie der Oppikoferschen und Wetlischen Planimeter beigefügt."

Die Erfindung, die Amsler in dieser Abhandlung [3]) *Über die mechanische Bestimmung des Flächeninhaltes der statischen Momente und der Trägheitsmomente ebener Figuren, insbesondere über einen neuen Planimeter*, beschrieb und die also aus dem

[1]) Dinglers Journal, Bd. 136.

[2]) Dinglers Journal, Bd. 137, p. 84.

[3]) Sie ist ausser in der Vierteljahrsschrift auch noch im selben Jahre 1856 in Schaffhausen separat erschienen.

Jahre 1854 stammt, ist als eine geradezu ideale zu bezeichnen. Wenigstens ist seit jener Zeit weder in der Amslerschen Werkstätte noch anderswo ein Planimeter hergestellt worden, dessen Konstruktion in bezug auf Einfachheit und Brauchbarkeit derjenigen des ursprünglichen Planimeters überlegen gewesen wäre.

Der Erfindungsgedanke, der dem Polarplanimeter und den andern Integrationsinstrumenten Amslers zugrunde liegt, ist kurz folgender:

Bei der Messung des Flächeninhaltes einer Figur handelt es sich um die Auswertung des Integrals $\int y\,dx$. Amsler substituiert nun die veränderliche Länge y durch eine konstante Länge r und einen veränderlichen Winkel α, also:

$$\int y\,dx = r \int \sin \alpha\,dx.$$

Den Wert dieses Integrals bestimmt er mechanisch in der denkbar einfachsten Weise dadurch, dass er eine Rolle so über die Ebene der Figur bewegt, dass die Rollenaxe stets den Winkel α mit der Bewegungsrichtung bildet. Die Rollenabwicklung ist dann gleich $\int \sin \alpha\,dx$.

Amsler blieb dabei nicht stehen. Er gab sogleich auch Mittel und Wege an, wie das Integral $\int y^n\,dx$ auszuwerten ist. Dazu dient ihm wieder die Substitution $y = r \sin \alpha$, also:

$$\int y^n\,dx = r^n \int \sin^n \alpha\,dx.$$

In der dem Mathematiker geläufigen Weise formt er $\sin^n \alpha$ in eine Summe von Ausdrücken um, in denen bloss der Sinus eines Vielfachen von α vorkommt. Dadurch wird das Integral $\int \sin^n \alpha\,dx$ in eine Summe von Integralen übergeführt, deren jedes einzelne in ganz ähnlicher Weise wie beim einfachen Planimeter mechanisch messbar ist.

Es ist dies nicht etwa eine mathematische Spielerei, sondern eine äusserst elegante Lösung des praktisch wichtigen Problems, das statische Moment, das Trägheitsmoment und sogar höhere Momente (Schwungmoment) durch Umfahren einer gezeichneten Figur zu ermitteln. Amsler hat in seiner Werkstätte eine grosse Zahl derartiger Instrumente angefertigt; sie dienen in erster Linie den Schiffbauingenieuren. Diese Instrumente sind unter dem Namen Momentenplanimeter oder Integratoren bekannt. In ihrer wohldurchdachten Konstruktion können sie als Meisterwerke der Mechanik gelten.

Amsler ging in seinen theoretischen Erwägungen noch weiter. Er zeigte in Wort und Bild, wie sich ganz nach demselben Prinzip ein Mechanismus herstellen lässt zur Bestimmung der Koeffizienten einer Fourierschen Reihe. Ein solches Instrument hat er allerdings nie

ausgeführt. Viele Jahre später hat William Thompson (Lord Kelvin) seinen *Harmonic Analysor*, ein Instrument, das demselben Zweck dient, konstruiert; andere folgten nach im Bau derartiger Apparate, die gute Dienste leisten können bei gewissen meteorologischen Untersuchungen.

Die Amslersche Erfindung hat eine ganze Litteratur hervorgerufen, aus der hier nur die Namen C. Bremiker, A. Favaro, G. A. Hirn, Chr. Nehls, E. Schinz, J. J. Vorländer herausgegriffen seien. Amsler selbst hat sich dabei nicht stark beteiligt, er konnte den Dingen ruhig ihren Lauf lassen. Nur die kritischen Bemerkungen, die Decher in Augsburg gleich nach dem Bekanntwerden der Erfindung dem Polarplanimeter gewidmet hatte, glaubte er nicht unbeantwortet lassen zu sollen. So schrieb er im 140. Bande (1856) von Dinglers Journal den Aufsatz *Über das Polarplanimeter*, in dem er die Dechersche Kritik auf das richtige Mass zurückführte.

Dagegen griff er noch einmal zur Feder, um speziell sein Momentenplanimeter den Ingenieuren zugänglicher zu machen. In der grundlegenden Abhandlung von 1856 standen ja natürlich die Anwendungen auf die Ingenieurwissenschaften stets im Vordergrund, es erschien ihm aber zweckmässig, einige Aufgaben noch besonders und etwas ausführlicher zu behandeln. Daher veröffentlichte er die Schrift *Anwendung des Integrators (Momentenplanimeters) zur Berechnung des Auf- und Abtrages bei Anlage von Eisenbahnen, Strassen und Kanälen.* Zürich 1875 (32 Seiten).

Wir haben uns bei der Erfindung des Polarplanimeters so lange aufgehalten, weil sie weitaus die bedeutendste schöpferische Tat Amslers ist. Sie war auch von ausschlaggebendem Einfluss auf seine ganze Zukunft. Um die Erfindung praktisch zu verwerten, richtete er noch im Jahre 1854, bald nach seiner Verheiratung, eine kleine Werkstätte ein und fing an, Planimeter herzustellen. Die Professur am Gymnasium behielt er noch eine Zeitlang bei, zumal nicht so rasch ein passender Ersatz gefunden werden konnte. Aber schon 1857 sah er sich genötigt, die Lehrstelle aufzugeben, um sich nun ganz der Präzisionsmechanik zu widmen.

Wie den meisten Männern, die etwas Grosses geschaffen haben, ging es auch Amsler: Die eine grosse Leistung wird nicht mehr übertroffen. Damit sollen freilich die unzähligen Mechanismen, die Amsler noch erfand, die vielen sinnreichen Apparate, die aus seiner Werkstätte hervorgingen, keineswegs unterschätzt werden.

Zunächst sei noch von einigen seiner Integrationsmechanismen die Rede. Wir müssen dazu wieder auf die grundlegende Abhand-

lung im ersten Bande der Vierteljahrsschrift zurückgreifen. Ausser den beiden Hauptinstrumenten, nämlich dem Polarplanimeter und dem Momentenplanimeter oder Integrator, der mit seinen drei Laufrollen die Auswertung der Integrale $\int y\,dx$, $\frac{1}{2}\int y^2\,dx$, $\frac{1}{3}\int y^3\,dx$, d. h. die Ermittlung des Flächeninhaltes, des statischen Momentes und des Trägheitsmomentes einer ebenen Figur besorgt, sind in dieser Abhandlung auch noch andere Mechanismen teils vollständig beschrieben, teils angedeutet. Dazu gehört z. B. der Flächenreduktor, ein Instrument, „welches dazu dient, eine Zeichnung in einen andern Masstab zu übertragen, in der Art aber, dass die Kopie dem Original nicht ähnlich ist, sondern dass nur die einander entsprechenden Flächen proportional sind.“ Ferner bespricht Amsler die Konstruktion eines Planimeters, das statt einer Rolle mit rundlichem Rande, die auf dem Papier nicht bloss rollen, sondern auch quer zur Bewegungsrichtung gleiten kann, eine Rolle mit scharfem Rande besitzt, die sich achsial auf dem tragenden Gestänge verschieben lässt. Ein solches Instrument hat er aber nie ausgeführt, weil es ihm nicht praktisch erschien. Später, 1886, ist von Abdank-Abakanowicz der Integraph konstruiert worden, bei dem eine solche scharfkantige Rolle das Integrierorgan bildet.

Im Jahre 1884 veröffentlichte Amsler in der Zeitschrift für Instrumentenkunde einen Aufsatz *Neuere Planimeterkonstruktionen*, in dem er namentlich nachwies, „dass alle wesentlichen Sätze über die mechanische Bestimmung des Flächeninhaltes ebener Figuren und die darauf beruhenden Planimeter sich auch auf die Bestimmung des Inhaltes sphärischer Figuren übertragen lassen“. Instrumente dieser Art sind von Amsler wirklich ausgeführt und 1883 auf der schweizerischen Landesausstellung in Zürich ausgestellt worden. Auf der Pariser Weltausstellung von 1889 konnte man einen Globus von etwa einem halben Meter Durchmesser mit einem Amslerschen Planimeter zur Berechnung sphärischer Figuren sehen. Der Erfinder schenkte das Instrument nachher dem Conservatoire des Arts et Métiers.

In dem von Dyck herausgegebenen Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente (München 1892), der für die Ausstellung bearbeitet worden war, die die Deutsche Mathematiker-Vereinigung auf Herbst 1892 in Nürnberg geplant hatte, findet sich ein Aufsatz *Über mechanische Integrationen*, in dem eine Methode Amslers zur mechanischen Auswertung des Integrals $\int y^n x^m\,dx$ beschrieben ist. Instrumente dieser Art sind für ballistische Zwecke mehrfach ausgeführt worden.

Auf der Ausstellung selbst, die der Choleragefahr wegen erst 1893 und zwar in München stattfand, war eine ganze Reihe teils bekannter, teils neuer Instrumente Amslers zu sehen. Besonders fiel ein Stereographometer auf, ein Instrument zur Bestimmung des Flächeninhaltes einer sphärischen Figur aus ihrer stereographischen Projektion.

So interessant aber auch alle diese Integrationsmechanismen sind, eine grosse Verbreitung haben doch nur die einfacheren Instrumente, das Polarplanimeter und das Momentenplanimeter gefunden. In den Amslerschen Werkstätten sind über 50000 Polarplanimeter und über 700 Momentenplanimeter ausgeführt worden. Dazu kommen noch Tausende von Planimetern, die aus andern Werkstätten hervorgegangen sind. Diese Zahlen sprechen deutlicher für den praktischen Wert der Amslerschen Erfindung als alle Abhandlungen.



Jakob Amsler-Laffon.

Einen grossen Teil seiner Zeit und seiner Kraft hat Amsler dem Wasserbau, speziell der Hydrometrie, gewidmet. Als Folge der vielen wassertechnischen Fragen, die mit der Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Rheins bei Schaffhausen zusammenhingen, und für die Amsler stets ein reges Interesse hatte, entstand eine ganze Reihe von Messinstrumenten, die zwar nicht alle als Originalerfindungen Amslers gelten können, die aber den Stempel seines hervorragenden Konstruktionstalentes und seines Verständnisses für die Forderungen des Praktikers tragen. Zu diesen Instrumenten gehören die vielen Ausführungsformen, die er für den Woltmannschen Flügel mit elektrischer Registrierung der Umlaufgeschwindigkeit und für die Pitotsche Röhre, beides Instrumente zur Messung der Wassergeschwindigkeit in Flüssen, Kanälen und Rohrleitungen, erfand. Speziell dem Woltmannschen Flügel ist die Schrift gewidmet *Der hydrometrische Flügel mit Zählwerk und elektrischer Zeichengebung*, Schaffhausen 1877 (15 Seiten); sie ist auch abgedruckt im 14. Bande (1878) von Carls Repertorium.

Ein genialer Gedanke liegt dagegen im Amslerschen Gefällmesser. Dieser besteht aus zwei senkrechten Röhren, deren obere Enden kommunizieren, und deren untere Enden an Schläuchen oder Rohren

angeschlossen sind, die man an den zwei Stellen ins Wasser taucht, deren Niveaudifferenz gemessen werden soll. Das Wasser wird durch eine Pumpe in die beiden Beobachtungsrohre heraufgesaugt, wo die beiden Wassersäulen dann die gleiche Niveaudifferenz zeigen, die an den beiden Stellen besteht, wo die untern Enden ins Wasser tauchen. Mit diesem Instrument lassen sich die kleinsten Niveauunterschiede in einem Gewässer messen, auch auf ganz kurze Strecken, sei es in der Stromrichtung, sei es quer dazu.

Amsler hat aber nicht bloss die Messinstrumente hergestellt, sondern er hat auch damit gearbeitet, was natürlich wieder rückwirkend auf die Durchbildung der Instrumente war und was ihm auch eine geachtete Stellung unter den Wassertechnikern der Schweiz verschaffte. Bei den seit Jahrzehnten immer wieder auftauchenden Bestrebungen zur Tieferlegung des Bodensees war er in früheren Jahren in den Kommissionsberatungen stets ein eifriger und auch zuweilen streitbarer Verfechter der Interessen der Stadt Schaffhausen.

Unvergesslich wird den ältern Mitgliedern der G. e. P. (Gesellschaft ehemaliger Studierender des eidgenössischen Polytechnikums) der licht- und temperamentvolle Vortrag bleiben *Die neue Wasserwerksanlage in Schaffhausen und einige darauf bezügliche technische Fragen*, den Amsler an der 21. Generalversammlung der G. e. P., 6. Juli 1890, in Schaffhausen gehalten hat. Der Vortrag, der auch reich an historischen Notizen war und trefflich über die Entstehung der Schaffhauser Wasserwerke orientierte, um deren Zustandekommen sich namentlich Heinrich Moser-Charlottenfels und Regierungsrat Moser-Ott verdient gemacht hatten (die eigenen Verdienste überging der Vortragende), ist im 16. Bande (1890) der Schweizerischen Bauzeitung abgedruckt.

Zu den Apparaten, die durch Amsler wesentlich vervollkommnet worden sind, gehören auch die Geschwindigkeitsmesser. Amsler hat sich zu wiederholten Malen mit dem Problem beschäftigt, die Geschwindigkeit einer rotierenden Welle zu messen. Eine der gefundenen Lösungen ist unseres Wissens nie bekannt geworden, obwohl das betreffende Instrument in mehreren Exemplaren ausgeführt worden ist. Die Messvorrichtung besteht aus einer Rolle mit Zählvorrichtung, die man mit ihrem Umfang gegen die Welle drückt, deren Umdrehungsgeschwindigkeit gemessen werden soll, wobei vorausgesetzt ist, dass man den Durchmesser der Welle an der Berührungsstelle kenne. Im Augenblick, wo die Rolle gegen die Welle gedrückt wird, löst sich ein Gewicht, das an einer Schnur von bestimmter

Länge angebunden ist, aus und fällt herab. Durch den Ruck, den das Gewicht auf die Schnur am Ende seines freien Falles ausübt, wird die Rolle, die durch die Welle während der Fallzeit gedreht worden ist, wieder ausser Berührung mit der Welle gebracht und festgestellt. Die Länge der Schnur bedingt die Fallzeit. Aus dieser und der Drehung der Rolle lässt sich die augenblickliche Anfangsgeschwindigkeit der Welle ermitteln.

Einen weit genialeren Mechanismus zur Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit hat Amsler etwa im Jahr 1893 ersonnen; an der Naturforscherversammlung in Schaffhausen im Jahr 1894 hat er ihn vorgezeigt. Erst viel später ist der Apparat vervollkommnet und in der Praxis verwertet worden. Amsler hat eben aus seinen Erfindungen nie viel Wesens gemacht, und so ist auch dieser Apparat nicht allgemein bekannt geworden. Das Prinzip des Apparates ist kurz folgendes:

Eine Kugel ruht frei auf drei Rollen, deren Ebenen durch den Mittelpunkt der Kugel gerichtet sind. Zwei Rollen sind festgelagert, die dritte Rolle wird von einem Arm getragen, der um eine Achse schwingen kann, die durch den Kugelmittelpunkt gerichtet ist. Eine der beiden festgelagerten Rollen wird mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben, und die andere wird durch die Welle angetrieben, deren Geschwindigkeit man messen will. Von diesen beiden Rollen wird die Kugel durch Reibung in Drehung versetzt. Die Richtung der Achse, um die die Kugel ihre Drehung ausführt, hängt ab vom Verhältnis der Geschwindigkeiten der beiden Rollen. Die dritte Rolle, die von dem beweglichen Arm getragen wird, dient nur dazu, die Lage der momentanen Drehachse anzuzeigen. Diese dritte Rolle wird durch die Reibung mit der Kugel in eine Lage geschoben, wo sie den kleinsten Widerstand leistet. Es ist das diejenige Lage, in der die Rolle ohne Gleitung auf der Kugel rollt. Dieses Rollen findet aber bloss statt, wenn die Rolle die Kugel im Äquator berührt. Die Rolle stellt sich daher stets in die Äquatorialebene ein, so dass also ihre Achse stets parallel zur momentanen Drehachse der Kugel gerichtet ist. Die Richtung des Armes, der die dritte Rolle trägt, ist mithin in diesem Apparat das Kennzeichen für die zu messende Geschwindigkeit.

Unter den Geschwindigkeitsmessern ist dieser Erfindung Amslers bloss der vor einigen Jahren erfundene Framsche Vibrationszähler ebenbürtig.

Amsler hat sich auch viel mit Kraftmessern, insbesondere mit dem Messen der von Transmissionen übertragenen und von Arbeitsmaschinen aufgenommenen Arbeit abgegeben. Seine Erfindungen auf

diesem Gebiet sind aber nicht so prägnant, dass sie in diesem kurzen Abriss näher erörtert werden können.

Einen grossen Teil seiner Erfindungen hat Amsler auf Grund eines äusseren Anstosses gemacht, indem zufällig eine Aufgabe an ihn herantrat, die ihn fesselte. Zufolge seiner reichen Phantasie und seiner hervorragenden Gabe, ein Problem rasch und sicher zu erfassen und es mit früheren Erfahrungen und Beobachtungen zu verknüpfen, gelang es ihm dann oft, in unglaublich kurzer Zeit eine so einfache und scheinbar so selbstverständliche Lösung zu finden, dass Leute, die sich nicht mit derselben Aufgabe abgequält hatten, gar nicht merkten, dass da überhaupt ein Problem gelöst worden sei. So ging es z. B. mit den Materialprüfungsmaschinen, die jetzt einen grossen Teil der Amslerschen Werkstätten beschäftigen und die in allen Kulturstaaten weiteste Verbreitung gefunden haben.

Amsler sah im Jahre 1886 an der Naturforscherversammlung in Genf einen Versuchsapparat des französischen Physikers Amagat zur Messung der Kompressibilität von Flüssigkeiten. Dieser Apparat bestand aus einem System von Druckzylindern mit eingeschliffenen Kolben, ohne künstliche Liderung. Als Druckflüssigkeit wurde Rizinusöl verwendet, das sich durch grosse Viskosität auszeichnet. Dieses Öl schmiert den Kolben und entweicht nur in geringen Mengen auch bei grossem Druck, vorausgesetzt, dass der Kolben gut in den Zylinder passt. Die Reibung des Kolbens im Zylinder ist verschwindend klein. Vor Amagat dachte kein Mensch daran, dass man grosse Flüssigkeitsdrucke durch einen Kolben in einem Zylinder erzeugen könne, ohne einen Lederstulp zur Vermeidung des Flüssigkeitsverlustes zu Hülfe zu nehmen. Auf der Heimreise von Genf traf Amsler in Bern mit dem verstorbenen Prof. Tetmajer zusammen, der ihm unter anderm den Wunsch nach einer genauen Druckprüfungsmaschine für Zementprobekörper ans Herz legte. Die Aufgabe interessierte Amsler so sehr, dass er sofort anfing, darüber nachzudenken. Bis zur Ankunft in Schaffhausen war die Maschine im Geist entworfen, und zwar gerade nach dem Amagatschen Prinzip, und kurze Zeit nachher war sie ausgeführt. Es war dies der Ausgangspunkt für die nachfolgenden Materialprüfungsmaschinen, die seither in grosser Zahl und für die mannigfaltigsten Verwendungszwecke ausgeführt worden sind.

Es könnte noch von manchen Erfindungen gesprochen werden, die Amsler in seinem langen Leben gemacht hat und die nicht den hier ausführlicher behandelten Gruppen angehören, so z. B. von seinem Bleiverschluss für Postsäcke oder von dem Apparat, den er noch

im achzigsten Jahre zur selbsttätigen Aufzeichnung der Formänderung von Probestücken bei Fallbärversuchen ersonnen hat. Allein wir würden uns dabei allzu sehr in Einzelheiten verlieren und doch keine Vollständigkeit in der Aufzählung erreichen.

Alles was Amsler in seiner langen Laufbahn ersonnen und ausgeführt hat, hat Eigenart; er ist nie in ausgetretenen Bahnen gewandelt. Es ist dies auch der Grund, warum er so fördernd auf die Technik gewirkt hat. Dabei verfügte er über eine vorzügliche allgemeine Bildung und über eine grosse Leichtigkeit, den Kern einer Sache zu erfassen, selbst auf Gebieten, die ihm abseits lagen. Hatte er sich für ein Thema interessiert — und was interessierte ihn nicht alles! — so begann auch sofort seine geistige Mitarbeit. So kam es, dass er in die verschiedensten Gebiete der Wissenschaft und der Technik eindrang und sich einen reichen Schatz des Wissens sammelte. Rege Phantasie, vorzügliches Vorstellungsvermögen für räumliche Gebilde und Vorgänge, ein seltenes Kombinationstalent und ein scharfer Blick für die Erfordernisse der Praxis, zusammen mit seinem Wissen, waren es, die Amsler zum Erfinder stempelten. Er hat sich denn auch stets als solcher betätigt, und sein schöpferischer Geist ist erst im hohen Alter zur Ruhe gekommen.

Sein umfassendes Wissen und sein grosses Können, vereint mit seiner Bereitwilligkeit, andern nützlich zu sein, hatte natürlich zur Folge, dass er von Industriellen, Gewerbetreibenden und Behörden vielfach um Rat angegangen wurde, und nie vergeblich. Dadurch hat er auf die Entwicklung der Industrie und auf die grossen öffentlichen Werke, die damit zusammenhingen, einen dankbar anerkannten Einfluss ausgeübt. Die Stadt Schaffhausen hat ihn zum Ehrenbürger ernannt.

Auch im Dienste der Eidgenossenschaft hatte Amsler Gelegenheit, sich nützlich zu machen. In den Jahren 1866—68 wurde er vom Bundesrate mit der Umänderung des schweizerischen Vorderladegewehres in Hinterlader (sogenannte Milbank-Amsler) betraut, die dann nachher durch das Vetterligewehr ersetzt wurden. Aber auch später noch wurde Amsler bei allen wichtigen Fragen, die sich auf die Bewaffnungstechnik bezogen, herangezogen. Jeweils bei Einführung eines neuen Gewehrs oder einer neuen Pistole sass er als eines der tätigsten Mitglieder in der vorprüfenden technischen Kommission. Amsler war auch der erste, der in Europa Metallpatronen fabrizierte.

Das Ansehen, das Amsler auf dem Gebiete der Bewaffnungstechnik genoss, trug ihm wiederholt ehrenvolle Aufträge auswärtiger Regierungen ein. In solchen Missionen kam er nach Wien und nach St. Petersburg, von wo er stets mit besonderer Auszeichnung zurück-

kehrte. Namentlich von dem Aufenthalte in St. Petersburg, wo er mit seinem berühmten Landsmanne Heinrich Wild und mit dessen Assistenten Pernet, dem nachmaligen Zürcher Physikprofessor, zusammentraf, wusste er später viel und interessant zu erzählen.

An Auszeichnungen und Ehrungen hat es Amsler auch sonst nicht gefehlt. Auf der Weltausstellung in Wien 1873 erhielt er ein Ehrendiplom und den Franz-Joseph-Orden. Er war Mitglied der Jury bei der elektrischen Ausstellung in Paris 1881, bei der schweizerischen Landesausstellung in Zürich 1883 und bei der Weltausstellung in Paris 1889. Die Pariser Akademie verlieh ihm 1885 den Prix de Mécanique, 1889 den Prix Monthyon und ernannte ihn 1892 zum Korrespondierenden Mitgliede. Die Universität Königsberg ernannte ihn 1894 bei der Feier ihres 350jährigen Jubiläums zum Ehrendoktor. Gross ist die Zahl der wissenschaftlichen und technischen Gesellschaften, die sich rühmen können, dass er ihnen als Ehrenmitglied angehört habe. Amsler hat aus allen diesen Ehrungen nicht viel Wesens gemacht, aber gefreut haben sie ihn doch. Mehr noch freute ihn, wenn ein Unternehmen, das er mit Einsetzung seiner ganzen Persönlichkeit verfochten hatte, gelang, gleichgültig, ob es sich dabei um sein oder anderer Interesse handelte, denn es war ihm stets um die Sache, nicht um persönlichen Vorteil zu tun.

Amsler war ein Mechaniker von Gottes Gnaden, ein Industrieller war er nie — dazu fehlte ihm der kaufmännische Einschlag. Aber was ihm etwa auf kaufmännischem Gebiete abging, das ersetzte er reichlich auf einem andern: er hat trotz seiner vielgestaltigen praktischen Tätigkeit nie aufgehört, Fühlung mit der Wissenschaft zu behalten, von der er ausgegangen war und in der seine Erfindungen wurzelten. Die so seltene Verschmelzung theoretischen Wissens und praktischen Könnens ist das eigentliche Kennzeichen dieses bedeutenden Mannes und das Geheimnis seines Erfolges. Wie hatte er noch als 71jähriger die schweizerischen Naturforscher bei ihrer Jahresversammlung in Schaffhausen 1894 zu überraschen und zu packen gewusst mit seinem Vortrag *Über das Alpenglühen*![1]. Und wie vier Jahre zuvor bei

[1]) Der Vortrag ist im 39. Bande (1894) der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich erschienen. Die Amslersche Theorie des Alpenglühens, die sich auf einfache physikalische Tatsachen und ausserdem auf zahlreiche Beobachtungen stützt, gipfelt darin, dass die Bahn der Lichtstrahlen, die beim Sonnenuntergang noch nach oben gekrümmt ist, infolge der Abkühlung der Erdoberfläche in eine nach unten gekrümmte Kurve übergeht, wodurch dann unterhalb der Bergspitze eine aufwärts steigende zweite Rötung beginnt. Die Theorie hat jedenfalls das für sich, dass sie das merkwürdige Phänomen vollständig und einfach erklärt. Auf die Einwendungen Maurers im 25. Bande (1895) der Schweizerischen Bauzeitung antwortete Amsler in einem zweiten Aufsatze im 40. Bande (1895) der Vierteljahrsschrift.

der Generalversammlung der G. e. P. der Techniker Amsler den geistigen Mittelpunkt gebildet hatte, so war jetzt das gastliche Haus des trefflichen Gelehrten das Zentrum, in dem sich die Vertreter der schweizerischen Wissenschaft zusammenfanden.

Mit dem Tode Amslers hat ein inhaltsreiches und glückliches Leben seinen Abschluss gefunden. Glücklich, weil es dem Verstorbenen beschieden war, seinen Mitmenschen ein nützliches Werk von bleibendem Werte zu hinterlassen; glücklich aber auch, weil er selbst die Gabe besass, in den schweren Stunden des Lebens, die keinem Menschen erspart bleiben, aus dem nie versiegenden Born der Arbeit und der Wissenschaft Trost zu schöpfen.

Ueber Entwicklungsstörungen und ihre Beziehungen zu Krankheiten.

Von

Otto Busse.

Akademische Antrittsvorlesung, gehalten in der Aula der Universität Zürich, am 20. Januar 1912.

Die Lehre von den Krankheitsursachen ist in den letzten Jahrzehnten wie kaum ein anderer Zweig der medizinischen Wissenschaft entwickelt und ausgebaut worden. Die Kenntnis, dass die verschiedensten Infektionskrankheiten auf belebte Erreger, auf pflanzliche und tierische Mikroorganismen zurückzuführen sind, und dass der einzelne Mensch sich dagegen bis zu einem gewissen Grade schützen kann, ist heute Gemeingut der ganzen gebildeten Welt. Durch die vielen neuen Erfahrungen auf diesem Gebiete ist fast in Vergessenheit geraten, dass die kleinen Lebewesen doch nicht die einzige Ursache der Krankheiten bilden, dass selbst für das Zustandekommen der Infektionen vielfach noch tiefer liegende, innere Ursachen in Betracht kommen. Eine Gruppe dieser inneren Ursachen, nämlich die Entwicklungsstörungen und ihre Beziehungen zu den Krankheiten, möchte ich in folgendem vor Ihnen abhandeln, soweit dies in dem Rahmen eines kurzen Vortrages geschehen kann.

Auch die Lehre von den Entwicklungsstörungen ist ein junges Reis an dem jungen Baum der modernen medizinischen Wissenschaft. Sie lehnt sich eng an die eigentliche Entwicklungsgeschichte an, die, kaum älter als 100 Jahre, ein Forschungsgebiet darstellt, das uns in den letzten Jahrzenten immer neue Tatsachen erschlossen hat und noch heute ungeahnte, manchmal überraschende Vorgänge aus der Entstehung des werdenden Körpers enthüllt. Mit Recht nennt K. E. von Baer die Entwicklungsgeschichte den wahren Lichtträger für die Untersuchungen über organische Körper. Sie liefert uns nicht nur das Verständnis für die bestehenden normalen Formen, sondern gibt uns auch den Schlüssel, alle Abweichungen von der Norm als ganz bestimmte Störungen der Entwicklung zu deuten.

Deshalb sehen wir auch heute die groben Abweichungen von der menschlichen Gestalt, die Missgeburten nicht mehr als Lusus naturae, als Monstra, als unheilverkündende Wunder und Zeichen der zürnenden Gottheit an, noch verdammen wir die ohnehin bedauernswerten Mütter solcher unglücklichen Geschöpfe als Hexen, die sündige Buhlschaft mit dem Teufel getrieben haben. Wir wissen vielmehr, dass die oft wunderbar anmutenden Gebilde dadurch entstehen, dass in der ungeheuer komplizierten Bildung des Körpers der normale Ablauf des Entwicklungsganges an dieser oder jener Stelle in diesem oder jenem Stadium abgelenkt oder unterbrochen worden ist.

Ein grosser Prozentsatz der verschiedenen Missgeburten beruht auf Hemmungsbildungen, d. h. ein bestimmtes Organsystem, oder ein Organ, oder ein Teil eines Organes bleibt auf einer embryonalen Entwicklungsstufe stehen, während die übrigen Teile des Körpers in gewöhnlicher Weise ausreifen. Betrifft diese Hemmung, — um nur eines der bekanntesten Beispiele herauszugreifen – das Zentralnervensystem, so bleibt dieses ganz oder teilweise, sagen wir im Bereiche des Rückenmarks, wie bei der ersten Anlage aussen auf der Körperoberfläche liegen, und ein breiter mittlerer Streifen des Rückens ist nicht von Haut überzogen, sondern von dem Rückenmark gebildet; auch die meisten Spaltbildungen, wie Hasenscharten, Nabel- und Leistenbrüche sind als solche Hemmungen aufzufassen. Ein anderer Teil der Missbildungen entsteht nach Verwachsungen des foetalen Körpers mit den Eihüllen, indem dann durch fehlerhafte Zug- und Druckwirkungen das Zusammenwachsen der verschiedenen Körperabschnitte verhindert wird, oder indem durch die Verwachsungsstränge Teile des Körpers, insonderheit Gliedmassen umschlungen und abgeschnürt werden; noch andere Verbildungen sind auf Pressungen des Körpers und Raumbeengungen zurückzuführen.

Auf diese und noch auf mancherlei andere Weise bilden sich Formen aus, die wirklich an das Abenteuerliche grenzen und zu allerlei Vergleichen mit tierischen Körpern geradezu herausfordern. Solche Monstra haben denn auch von jeher die Phantasie der Völker auf das lebhafteste erregt und sind die Grundlagen für die sagenhaften Ungeheuer in den Mythen und Dichtungen der verschiedenen Völkerstämme geworden. Wer sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, der begegnet dem Cyklopen Polyphem ebenso wie den Sirenen oder Meerjungfrauen, deren Leib in eine Fischflosse endigen sollte, die in Wahrheit nichts anderes als das miteinander verwachsene untere Extremitätenpaar darstellt. Er trifft die Paradigmen für die Vogelköpfe tragenden Figuren der alten Ägypter ebenso wie

die mit Haarbüscheln und Schwänzchen versehenen Faune in den Skulpturen und bildlichen Darstellungen der Griechen oder wie die mit zweifachem Gesicht ausgestatteten Janusköpfe der alten Römer. Alle diese Gestalten und noch manche andere, die nur Ausgeburten der Phantasie zu sein scheinen, und durch die Phantasie der Dichter und Künstler natürlich hier und da übertrieben sind, kommen vor, wenn auch mit der Einschränkung, dass die meisten derselben nicht lebensfähig sind und gewöhnlich sehr bald nach der Geburt absterben. Die Entstehung dieser sagenhaften Figuren lässt sich meist verhältnismässig einfach aus einer ganz typischen Verbildung erklären.

Sehr verschieden ist der Zeitpunkt, da die durch die Entwicklungsstörungen gesetzten Gesundheitsschädigungen in die Erscheinung treten. Einige, auch ziemlich ausgedehnte Verbildungen machen als solche überhaupt keine Beschwerden, so z. B. die Transpositio viscerum, bei der eine vollkommene Verwechslung der beiden Körperhälften stattgefunden hat, indem alles das auf der linken Seite liegt, was sonst der rechten Seite zugehört und umgekehrt. Es liegt also das Herz auf der rechten Hälfte, ebenso die Milz, während die Leber und der Blinddarm auf der linken Seite gefunden werden. Die linke Lunge hat drei Lappen, die rechte zwei, kurz, es hat eine vollkommene Vertauschung der Seiten stattgefunden. Sie verursacht aber nicht die geringste Störung und wird deshalb auch nur in einem Teil der Fälle während des Lebens entweder zufällig oder bei einer gelegentlichen ärztlichen Untersuchung bemerkt und festgestellt.

Andere Entwicklungsfehler sind mit dem extrauterinen Leben überhaupt nicht verträglich, die Neugeborenen sterben deshalb unmittelbar nach der Geburt, wie z. B. solche Früchte, die kein Herz oder nur ein rudimentäres Herz besitzen, oder deren Luftröhre mit der Speiseröhre kommuniziert, so dass also die genossene Milch in die Lungen hineingeht und hier alsbald tötliche Entzündungen hervorruft.

Bei einer dritten Gruppe von Missbildungen treten die Krankheitserscheinungen zwar bald nach der Geburt auf, sind jedoch nicht so hochgradig, dass sie den Tod des Kindes bedingen. Es bleibt also in diesen Fällen das Leben längere oder kürzere Zeit nach der Geburt erhalten. Hierher gehören z. B. angeborene leichte Fehler des Herzens oder der grossen Adern, Verengerungen des Darmes oder anderer Röhrensysteme im Körper.

Eine vierte Gruppe endlich von Entwicklungsstörungen der inneren Organe kann jahrelang symptomenlos verlaufen, weil dadurch

zunächst überhaupt keine Gesundheitsschädigungen oder Beschwerden verursacht werden, bis sie dann später und manchmal plötzlich zu schweren Erkrankungen und schnellem Tode führen. Beispiele hierfür bieten die Fälle von Verlagerungen und unvollkommenen Befestigungen des Darmes, die nicht selten erst in späteren Jahren die Veranlassung und Möglichkeit zu Darmverschlingungen abgeben.

Zu dieser letzten Kategorie gehören auch viele Geschwülste. Es ist eine schon länger bekannte Tatsache, dass von den kleinen und meist harmlosen Bildungsfehlern der Haut, die als Muttermale oder Leberflecke bezeichnet werden, nicht selten die allerbösartigsten Geschwülste ihren Ausgang nehmen können. Auf Grund dieser und ähnlicher Beobachtungen stellte Cohnheim die noch heute von vielen und namhaften Pathologen anerkannte Hypothese auf, dass überhaupt alle Geschwülste auf solche Fehlbildungen der Haut, der Schleimhäute oder der drüsigen Organe zurückgehen. Die Anhänger dieser Lehre nehmen an, dass in solchen Stellen, an denen Keimverwerfungen stattgefunden haben, Zellen aus der Embryonalzeit unentwickelt liegen bleiben. Diese Zellen verharren in der Mehrzahl der Fälle durch das ganze Leben bis zum Tode hin im Ruhestadium, in einem Bruchteil der Fälle aber beginnen sie nach längerer, manchmal Jahrzehnte währender Ruhe aufs neue zu wachsen und liefern dann eben die Krebsgeschwülste.

Diese Hypothese erhielt eine feste Stütze durch die Untersuchungen von Paul Grawitz über eine bestimmte Gruppe von Nierengeschwülsten. Grawitz stellte fest, dass in den Nieren sehr häufig kleine, gelbe Knötchen enthalten sind, die bei mikroskopischer Untersuchung den Bau der Nebennierenrinde aufweisen, dass mit andern Worten in die Niere sehr oft kleine abgesprengte Teile der Nebenniere verlagert werden. Von spätern Untersuchern ist ermittelt worden, dass 80 bis 90% aller Nieren derartige kleine Nebennierenteilchen enthalten. Des weiteren konnte nun Grawitz nachweisen, dass auch eine ganze Anzahl der wirklichen Geschwülste der Nieren einen Bau und eine Zusammsetzung zeigen, wie sie für Geschwülste der Nebennieren charakteristisch sind. Durch zahlreiche Untersuchungen ist sicher gestellt, dass tatsächlich diese abgesprengten, oft winzigen Nebennierenteilchen im späteren Leben zu wuchern anfangen, durch rasche Teilung der Zellen sich vergrössern und nun so in der Niere Geschwülste bilden, die mit dem eigentlichen Nierengewebe nicht die geringste Ähnlichkeit haben, wohl aber mit der Nebenniere und den von dieser Drüse ausgehenden Neubildungen. Des weiteren hat sich ergeben, dass diese Grawitz'schen Tu-

moren in der Niere sehr viel häufiger entstehen als in den Nebennieren selbst. Daraus geht hervor, dass also die normal ausgebildete Nebenniere nur eine geringe Neigung zur Geschwulstentartung hat, während die Zellgruppen, die durch einen Entwicklungsfehler aus ihrem natürlichen Zusammenhang gerissen und in die Niere verlagert werden, diese Neigung in hohem Masse besitzen, dass also auch hier die Geschwulstbildung von Keimverwerfungen ihren Ausgang nimmt.

Die Niere ist überhaupt ein Organ, dessen Erkrankungen, wenigstens viele derselben, nur demjenigen verständlich werden, der sich genauer mit der Untersuchung ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien beschäftigt hat; sie eignet sich deshalb ganz besonders dazu, auch dem Fernerstehenden die Bedeutung entwicklungsgeschichtlicher Studien für die Würdigung und das Verständnis pathologischer Verhältnisse klar zu legen, und es sei mir darum gestattet, die mannigfaltigen Beziehungen, die zwischen Entwicklungsstörungen und Krankheiten bestehen, an diesem Organ etwas näher zu erörtern.

Beim Vergleich der Bilder, die die embryonale und die reife Niere liefern, fallen erhebliche Unterschiede zwischen beiden auf. Diese Unterschiede beruhen nicht nur darauf, dass wir eben in der foetalen Niere die Jugend- und Entwicklungsformen der später ausgereiften Bestandteile vor uns haben, sondern wird vielmehr dadurch bedingt, dass 1. in dem embryonalen Organ die späteren Gewebsarten, Epithel und Bindegewebe in einem ganz andern Mengenverhältnis vorhanden sind als nach Abschluss der Entwicklung, und dass 2. bei der ersten Anlage auch noch weitere Gewebsarten, insonderheit Muskelelemente gebildet werden, die nachher fast vollkommen wieder verschwinden. Es kommen also die anfangs sichtbaren Bestandteile in sehr verschiedenem Masse zur Entwicklung. Das zunächst in breiten Feldern zwischen den Nierenkanälchen vorhandene Bindegewebe wird zu einem feinen, gefässführenden Gerüstwerke zwischen den Epithelien reduziert, und das Muskelgewebe, das zuerst die angelegten geraden Kanälchen wie eine eigene Muskelschicht umspinnt, verliert ganz den Zusammenhang mit den einzelnen Kanälchen und findet sich nur in Gestalt einzelner weniger Fäserchen an der Umrandung der Markkegel. Derjenige also, der nur Nieren von Erwachsenen und Kindern untersucht, hat keine Vorstellung davon, dass ursprünglich sehr viel Bindegewebe und reichliche Muskelkeime darin angelegt worden sind. Treten nun Entwicklungshemmungen auf, bleiben die embryonalen Verhältnisse bestehen, so erhält man also nicht nur etwa eine Niere en miniature, sondern ein Organ,

dessen Struktur erheblich von der der normalen Niere abweicht. Derartige hypoplastische Organe bestehen zum grössten Teil aus Bindegewebe, dem hie und da, oft in weiten Abständen voneinander, die für die Niere charakteristischen Gefässknäuel und Harnkanälchen eingelagert sind; einzelne der letzteren weisen einen Mantel von glatten Muskelfasern auf. Nun bildet sich eine Zunahme des interstitiellen Bindegewebes, wie sie auch hier scheinbar vorliegt, im extrauterinen Leben fast ausschliesslich durch eine Entzündung der Organe aus, und es ist deshalb durchaus verständlich, wenn hervorragende Pathologen wie Arnold und andere auch hier, bei hypoplastischen Nieren eine Entzündung als die Ursache des reichlichen Vorkommens von Bindegewebe annahmen, während dasselbe in Wahrheit nur auf einem Bestehenbleiben der embryonalen Struktur beruht.

Noch auffallender tritt das fehlerhafte Mischungsverhältnis von Epithel und Bindegewebe hervor, wenn sich die in der embryonalen Niere dominierenden, später zurückgebildeten Teile aktiv und lebhaft an der Entwicklung beteiligen und nun zu einer blasigen cystischen Entartung der Nieren beitragen. Solche Nieren, die schon bei Neugeborenen oft Kindskopfgrösse erreichen, unterscheiden sich von den normalen wiederum durch den reichlichen Gehalt an Bindegewebe und durch eine cystische Erweiterung der drüsigen Bestandteile, die ihre Sekrete nicht abführen können, weil infolge der Menge des Zwischengewebes die Vereinigung der sezernierenden Teile mit den Ausführungsgängen nicht erreicht wird. Diese letzteren liegen oftmals in breiten Feldern von Muskelgewebe.

Auch bei diesen kongenitalen Cystennieren erklärte sich Virchow die Anhäufung der bindegewebigen Massen durch eine interstitielle Entzündung der foetalen Niere, weil er eben die normalen Verhältnisse der frühen Entwicklungsstadien noch nicht kannte oder doch nicht genügend kannte. Auch die zahlreichen späteren Autoren haben immer nur unklare und unbefriedigende Deutungen geben können, bis es mir bei meinem Studium der krankhaften Niere gelang, ihre überraschende Ähnlichkeit mit der Struktur foetaler Nieren, bezüglich die Entwicklung der pathologischen Formen aus den embryonal angelegten Systemen nachzuweisen. Hierdurch liess sich unbestreitbar dartun, dass auch die kongenitalen Cystennieren durch Hemmungen und fehlerhafte Entwicklungen des embryonalen Organs entstehen.

Von dem gleichen Gesichtspunkte aus erschliesst sich uns das Verständnis für eine Gruppe von Nierengeschwülsten, die bei Kindern in den ersten Lebensjahren beobachtet werden, und die wegen ihrer

komplizierten Zusammensetzung und der Mannigfaltigkeit der Bilder zu immer neuen Erklärungen herausforderten. Sie enthalten vielfach grosse Mengen von Muskelgewebe und sind deshalb immer wieder auf Verlagerungen von abgesprengten Teilen der Skelettmuskulatur zurückgeführt oder, da die Muskeln nicht die einzigen fremdartigen Bestandteile bilden, mit Verlagerung mehrerer Gewebskeime erklärt worden. Es bedeutete einen grossen Fortschritt auf diesem Gebiete, dass Birch-Hirschfeld im Jahre 1898 erkannte, dass alle diese, bei Kindern vorkommenden Geschwülste, die bisher unter sehr verschiedenen Namen in der Literatur verstreut waren, trotz der Verschiedenheiten der Struktur eine einheitliche Gruppe bilden und sich alle aus denselben Komponenten, wenn auch in sehr wechselndem Mischungsverhältnis und Ausreifungsstadium aufbauen.

Aber auch Birch-Hirschfeld konnte sich noch nicht von der Vorstellung losringen, dass diese von ihm als „embryonale Adenosarkome" bezeichneten Geschwülste von einem fremden, in die Niere versprengten Keime als Matrix ihren Ausgang genommen haben müssten. Diesen Keim leitete er von einem embryonalen Organ, dem Wolff'schen Körper oder der Urniere ab. Er nahm an, dass, wie die Grawitz'schen Tumoren aus den versprengten Nebennierenkeimen, so die „embryonalen Adenosarkome" aus aberrierenden Teilen des Wolff'schen Körpers hervorgingen. Diese Urnierenkeime selbst sind aber durchaus hypothetisch, da sie, im Gegensatz zu den sehr häufig anzutreffenden Nebennierenteilchen, bisher überhaupt noch niemals im Ruhezustande aufgefunden worden sind.

Nun ergibt aber das Studium der embryonalen Niere, dass diese auf sehr schwachen Füssen stehende Hypothese durchaus überflüssig ist, dass die Niere selbst vielmehr in ihrem frühen Entwicklungsstadium zur Deutung für die Geschwülste vollkommen ausreicht. Sie enthält nicht nur die Anlagen für die fast regelmässig beobachteten Muskelelemente in verhältnismässig grosser Menge, sondern liefert überhaupt Bilder, die denen aus den Geschwülsten vollkommen gleichen. Die Ähnlichkeit beider ist in der Tat so gross, z. B. in der Art, wie sich die Epithelien aus einem Haufen unreifer, runder Bildungszellen herausdifferenzieren, dass bei gelegentlichen Demonstrationen meiner Präparate auch erfahrene Miskroskopiker und Embryologen nur durch die, den Präparaten beigegebenen, Erklärungen feststellen konnten, ob die Schnitte der embryonalen Niere oder einer Geschwulst entstammten.

Aber noch ganz anders geartete Krankheiten, die scheinbar gar nichts mit Entwicklungsstörungen der Niere zu tun haben, müssen auf

solche zurückgeführt werden. Ich denke hierbei zunächst an gewisse Arten der Steinbildung in der Niere. Dieses Leiden tritt nicht selten schon bei kleinen Kindern auf, es ist in einer Reihe der Fälle auf eine Niere beschränkt, oder gar nur in einer Hälfte einer, sagen wir der rechten, Niere ausgebildet, während die andere Hälfte der rechten wie auch die linke Niere vollkommen frei von Steinen sind. Der Umstand, dass die Steinbildung nur auf einen kleinen Teil der Nieren beschränkt ist, spricht mit Sicherheit dagegen, dass die Ausscheidung der Konkremente in allgemeinen Stoffwechselstörungen des Körpers zu suchen ist; sie zwingt vielmehr dazu, für das lokal auftretende Leiden auch lokal wirksame Ursachen ausfindig zu machen. Untersucht man nun die erkrankte Hälfte, so findet man neben oft vorhandenen, sekundären, durch die Steine veranlassten entzündlichen Veränderungen, Abweichungen im Bau der Niere, die schliesslich nur durch eine Entwicklungsstörung erklärt werden können. In erster Linie findet man auch hier wieder breite Züge glatter Muskelfasern. Nimmt man hinzu, dass in unzweifelhaft unterentwickelten, hypoplastischen Nieren ganz gewöhnlich Konkretionen und Steinchen angetroffen werden, so erscheint der Schluss nicht gar zu gewagt, dass auch die von uns angenommene, auf eine Hälfte der rechten Niere beschränkte, Steinbildung mit der, in diesem Teile nachweisbaren, Entwicklungsstörung in ursächlichem Zusammenhange steht. Wir müssen annehmen, dass die krankhaft entwickelten Nierenabschnitte auch ein krankhaft zusammengesetztes Sekret liefern, aus dem sich alsbald die darin zu reichlich enthaltenen festen Bestandteile als Konkremente ausscheiden und dann weitere Schädigungen und Entzündungen durch Druck und Reizung auf die Nachbarschaft veranlassen.

Ich möchte Sie nicht mit der Aufzählung weiterer Entwicklungsstörungen der Niere ermüden, die angeführten Beispiele werden genügen, um zu zeigen, wie mannigfaltig die dadurch gesetzten Gesundheitsstörungen sein können, und wie uns erst die genaue Kenntnis der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge zu einem wirklichen Verständnis und zu richtiger Beurteilung vieler pathologischer Zustände verhilft. Leider ist nur ein Teil der Probleme durch das Mikroskop zu lösen.

In einem andern Punkte aber lassen uns auch die embryologischen Studien noch zum grössten Teil im Stich. Das ist in der Beantwortung der Frage nach der letzten Ursache der Missbildungen. Ein Teil der gröberen Entwicklungsstörungen kann durch äussere Ursachen, experimentell hervorgerufen werden.

So hat man beobachtet, dass bei Erschütterung frisch befruchteter Fisch- oder Froscheier eine Spaltung der Fruchtanlage viel häufiger

eintritt als bei ruhig aufbewahrter Brut. Die Spaltung der Anlage führt dazu, dass statt einer Frucht deren zwei aus einem Ei, also, sit venia verbo, eineiige Zwillinge entstehen. Sofern nun die Spaltung des Keimlings nicht durch die ganze Anlage hindurchgeht, sondern nur Teile derselben betrifft, so entstehen Doppelmissbildungen, das heisst Bildungen, bei denen zwei Früchte teilweise miteinander verwachsen sind; richtiger wäre es zu sagen: Zwillingsfrüchte, die nicht vollkommen voneinander getrennt sind. Das berühmteste und bekannteste Beispiel einer solchen Doppelbildung sind die siamesischen Zwillinge Eng und Chang Bunker, die sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in allen Kulturländern zur Schau stellten und ein Alter von 63 Jahren erreichten.

Auch noch durch andere mechanische Insulte gelingt es, die Zahl der Doppelmissbildungen in der Brut ganz erheblich zu vermehren, also bis zu einem gewissen Grade künstlich zu erzeugen. Des weiteren kann man durch thermische Reize, durch teilweise Abkühlungen oder aber leichter und sicherer durch übermässige Erwärmungen die Entwicklung vieler Tierarten beeinflussen, stören und unterbrechen. Ganz sonderbare Verbildungen sind in neuerer Zeit bei Eiern, die sich im Wasser entwickeln, durch gewisse chemische Veränderungen des umgebenden Wassers hervorgerufen worden. Viel Aufsehen erregten vor wenigen Jahren auch die Untersuchungen von Loeb, dem es gelang, durch Zusätze von Calcium- und Magnesiumsalzen unbefruchtete Seeigeleier zur Teilung und Entwicklung anzuregen. Endlich wäre noch zu erwähnen, dass auch die Anwendung des elektrischen Stromes schwere Schädigung zu erzeugen vermag. So beobachtete Hippel junior nach Röntgenbestrahlung von trächtigen Kaninchen typische, den Ophthalmologen wohlbekannte Entwicklungsfehler der Augen der jungen Tiere. Auch Injektionen von chemischen Stoffen, insonderheit von Cholinlösungen hatten den gleichen Effekt. Von weiteren Versuchen auf diesem Gebiete versprechen wir uns in der nächsten Zeit noch mannigfache Aufklärungen. Eine ganze Anzahl von jüngeren Embryologen ist heute am Werke, auf experimentellem Wege die Gesetze für die Entwicklung zu ermitteln und der Natur ihre intimsten Geheimnisse abzulauschen.

Aus dem Mitgeteilten geht hervor, dass ein Teil der Entwicklungsstörungen durch Schädigungen der heranwachsenden Frucht, durch mechanische, thermische, chemische und andere Reize erzeugt werden kann; auch Raumbeengungen des Fruchthalters, Druck einzelner kindlicher Teile gegeneinander oder gegen die Eihüllen können zu Verwachsungen und weitgehenden sekundären Verbildungen führen. Sicher ist auch, dass Krankheiten der Mutter während der Gravi-

dität Störungen der in einer bestimmten Periode sich abspielenden Entwicklungsvorgänge bedingen können, da sie ja doch imstande sind, die gesamte Entwicklung zum Stillstand zu bringen und ein Absterben der Frucht zu bewirken.

Es ist sehr wohl möglich, dass durch den weiteren Ausbau der experimentellen Embryologie die Zahl der künstlich zu erzeugenden Verbildungen des ganzen Körpers, wie auch einzelner Organe in hohem Masse vermehrt wird, daneben ist aber ebenso sicher, dass eine Unsumme anderer Entwicklungsstörungen noch auf viel weiter zurückliegende Ursachen, nämlich schon auf eine Krankheit der Keime bezogen werden muss. Hierfür sprechen die zahllosen Beobachtungen von der Erblichkeit gewisser Missbildungen und Krankheiten. Sowie von den Eltern durch viele Generationen hindurch bestimmte körperliche Eigenschaften, z. B. die Form des Körpers, die Statur, die Farbe der Haare und vieles andere, wie sich auch ganz bestimmte geistige Fähigkeiten und Talente vererben, so können und werden auch gewisse Missbildungen in bestimmten Familien durch Generationen hindurch fortgepflanzt. So ist es, — um nur einiges herauszunehmen — eine bekannte Tatsache, dass Verbildungen des Kiefers oder des Mundes sich mit grosser Beharrlichkeit Jahrhunderte hindurch in einzelnen Familien erhalten. Es gibt ein berühmtes Porträt Kaiser Karls des V., an dem ein abnormes Hervortreten des Unterkiefers und Kinnes, die sogenannte Prognathie auffällt, eine Anomalie, die in fast gleichem Masse der jetzige König von Spanien aufweist, wodurch er eine ganz überraschende Ähnlichkeit mit dem Bilde seines grossen Ahnen bekommt. Aber auch wirkliche Missbildungen wie Hasenscharten, Kieferspalten sind in bestimmten Familien erblich. Dabei kann es sehr wohl vorkommen, dass einzelne Generationen übersprungen werden, dass einzelne Familienmitglieder normale Bildung des Kiefers und Mundes aufweisen, während dann später die Kinder solcher Personen wenigstens zum Teil wieder mit Hasenscharten geboren werden. Auch Polydactylie, d. h. die Bildung überzähliger Finger und Zehen, gehören zu solchen vererbbaren Fehlern. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass hier schon die Keimzellen und zwar die männlichen ebenso wie die weiblichen anormal sind und in sich die Ursache für die fehlerhafte Bildung des Kindes enthalten.

Es wäre ein leichtes, diese Beispiele zu vermehren. Wunderbarer aber noch als die Vererbung bestimmter Formfehler ist die Erblichkeit gewisser physiologischer Anomalien und Krankheiten. Das bekannteste Beispiel ist die Erblichkeit der Haemophilie, der sogenannten Bluterkrankheit. Es handelt sich hierbei um eine krank-

hafte Zusammensetzung des Blutes, durch welche die Fähigkeit desselben, zu gerinnen, aufgehoben oder wenigstens in hohem Masse beschränkt ist. Die Folge der schweren Gerinnbarkeit des Blutes tritt bei Verletzungen in die Erscheinung, indem sich solche Personen aus kleinen, unscheinbaren Schnittwunden oder z. B. nach der Extraktion eines Zahnes einfach verbluten können. Das unheimlichste an dieser unheimlichen Krankheit ist nun dies, dass auch sie vererbbar ist. In der medizinischen Literatur sind verschiedene Stammbäume von Bluterfamilien enthalten, am häufigsten zitiert wird die von Lossen aufgestellte Familientafel des Ehepaares Mampel. Durch 5 Generationen hindurch liess sich verfolgen, dass die Haemophilie auf einen grossen Teil der männlichen Familienglieder überging, so dass die Betroffenen meist in jungen Jahren den Verblutungstod starben. Die weiblichen Nachkommen des Ehepaares waren selbst niemals Bluter, aber sie vererbten die krankhafte Eigenschaft auf ihre Söhne, wenigstens auf einige derselben. Die Männer dieser Familie aber haben die Haemophilie niemals vererbt, sondern, wie gesagt, nur die Frauen.

In ähnlicher Weise lässt sich auch bei der Gicht die Erblichkeit bis zu einem gewissen Grade nachweisen.

Bei andern Krankheiten, die in bestimmten Familien heimisch sind, ist die Vererbung oft nur eine scheinbare. Die Krankheiten können durch Familiengewohnheiten, durch gemeinsam wirkende Schädlichkeiten hervorgerufen werden. So wäre denkbar, dass bei Familien, die durch Generationen hindurch an der Scholle haften, z. B. in einem Alpentale leben, die Schädlichkeiten des Bodens oder des Wassers bei allen Gliedern in den verschiedensten Generationen gleichmässig zur Wirkung kommen und immer dieselben Krankheiten hervorrufen. Als Beispiel hiefür brauche ich nur auf das Vorkommen des Kropfes hinzuweisen, dessen gehäuftes Erscheinen in bestimmten Gegenden und Familien in der Tat in ganz ähnlicher Weise erklärt wird, aber doch nur mit Einschränkung und Vorbehalt auf Erblichkeit, d. h. also auf eine durch Krankheit des Keimes übertragene Entwicklungsstörung zurückzuführen ist.

Hierbei drängt sich von selbst die Frage auf: Können erworbene Eigenschaften und Krankheiten überhaupt vererbt werden? Sicher nicht in dem streng wissenschaftlichen Sinne, dass die Keimzellen so verändert werden, dass aus ihnen die erworbenen Fehler der Erzeuger als ganz bestimmte Missbildungen entstehen müssen. Dagegen ist es sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich, dass die Keimzellen durch Krankheit und andere Schädlichkeiten, z. B. übermässigen

Alkoholgenuss, so geschwächt werden, dass nun irgend welche, aber doch nicht ganz bestimmte Störungen in der Nachkommenschaft auftreten. Diese Verhältnisse lassen sich im Experiment bis zu einem gewissen Grade nachahmen, wenn, wie dies verschiedentlich geschehen ist, bei Fröschen oder Fischen, überhaupt allen den Tieren, bei denen die Befruchtung erst nach der Eiablage erfolgt, männliche oder weibliche Keimzellen vor der Befruchtung in irgend einer Weise geschädigt werden.

Weiterhin ist noch die Frage kurz zu erörtern, ob erworbene Krankheiten der Eltern zwar nicht in wissenschaftlichem Sinne vererbt, wohl aber übertragen werden können, bezüglich ob sie tatsächlich übertragen werden. Diese Frage lässt sich nicht generell beantworten. Die Verhältnisse liegen hier offenbar bei den einzelnen Krankheiten ganz verschieden. Sicher ist wohl, dass schon die Keimzellen Syphilitischer die Krankheitserreger mit übertragen, und dass der werdende Körper als wirklich infiziert betrachtet werden muss. Wir waren zu dieser Annahme schon früher gezwungen durch die ganz spezifischen Krankheiten und Entwicklungsstörungen, die bei Kindern syphilitischer Eltern sofort nach der Geburt, ja schon vor dem physiologischen Ende der normalen Schwangerschaft angetroffen werden, und die füglich nicht anders zu deuten sind, als dass die Infektion schon in utero eingetreten ist. In denjenigen Fällen, in denen nur der Vater aber nicht auch die Mutter erkrankt ist, muss die Übertragung dann durch die männliche Keimzelle selbst erfolgt sein. Dass bei den Neugeborenen tatsächlich schon Syphilis besteht, geht aus den zahlreichen Beobachtungen von solchen Fällen hervor, in denen Ammen oder Pflegerinnen von den Säuglingen angesteckt worden sind. Heute wissen wir, dass die Spirochaeta pallida, die als der Erreger dieser Infektionskrankheit angesehen werden muss, in ungeheuren Mengen in fast sämtlichen Organen derartiger lebend oder tot geborener Kinder enthalten ist, und verhältnismässig leicht darin nachgewiesen werden kann.

Sehr viel schwieriger ist die Beantwortung dieser Frage bei einer andern Infektionskrankheit, an deren Bekämpfung heute die weitesten Kreise der Bevölkerung mit Energie beteiligt sind, der Krankheit, die trotz aller Erfolge und Fortschritte in der Bekämpfung noch jahraus, jahrein die meisten Opfer fordert, der Tuberkulose. Sicher ist und allbekannt die Tatsache, dass die Kinder Tuberkulöser doch ungeheuer oft an Tuberkulose erkranken und im Durchschnitt schwerer erkranken, als die aus gesunden Familien stammenden Menschen. Aber damit ist doch noch keineswegs gesagt, dass der Tuberkelbazillus schon durch die Keimzellen in den kindlichen Organismus eingeführt wird und die Neugeborenen diese Erreger schon in ihren

Körper beherbergen. Tatsächlich sind die hier beobachteten Verhältnisse grundverschieden von den eben erörterten. Im Gegensatz zu dem Verhalten syphilitischer Neugeborener treffen wir fast niemals in den Organen der von tuberkulösen Eltern stammenden Neugeborenen wirklich tuberkulöse Erkrankungsherde. Solche finden wir eigentlich nur in denjenigen seltenen Fällen, bei denen in dem Uterus der Mutter oder in der Placenta tuberkulöse Herde enthalten sind; in diesen Fällen sind die charakteristischen Organveränderungen regelmässig zu finden, und wir dürfen, ja wir müssen annehmen, dass erst sekundär von der Mutter die Bazillen unter Vermittlung des Krankheitsherdes in der Placenta auf das Kind übergehen. Das sind aber, wie gesagt, nur ganz vereinzelte Ausnahmefälle, und es liegt meines Erachtens kein Grund zu der, von einigen Seiten vertretenen, Hypothese vor, dass auch in den übrigen Fällen, also bei den scheinbar gesunden Neugeborenen schon Bazillen im Körper vorhanden sind. Man hat verschiedentlich behauptet, dass diese Kinder, bei denen also Erkrankungsherde nicht nachweisbar sind, die Bazillen zunächst latent beherbergen, und dass die irgendwo deponierten Bakterien erst später in die Erscheinung treten und ihr Zerstörungswerk beginnen. Die Tatsache, dass Kinder von Schwindsüchtigen so oft und vielfach schon in den ersten Lebensmonaten erkranken, lässt sich ungezwungen so erklären, dass solche Kinder eben der Ansteckung von vornherein dauernd ausgesetzt und preisgegeben sind, da ja die Umgebung von Tuberkulösen, zumal in engen Wohnungen und bei unzulänglichen hygienischen Verhältnissen infiziert ist, und da alles, was mit dem Kinde in Berührung kommt, wie die Luft, die Nahrung, die Wäsche mit den Krankheitserregern durchsetzt ist.

Zu diesen äussern Ursachen kommt noch eine innere Ursache hinzu, die das Zustandekommen der Infektion begünstigt. Es besteht, wie wir sagen, bei den aus phthisischen Familien stammenden Personen eine Disposition für die Krankheit, das soll heissen: solche Personen besitzen der Ansteckung gegenüber eine geringere Widerstandsfähigkeit, ihr Organismus ist nicht imstande, diejenigen Stoffe oder Schutzkörper auszubilden, die den Tuberkelbazillen entgegenwirken und entweder die Ansteckung überhaupt verhüten, oder, falls solche erfolgt ist, das Fortschreiten der Erkrankung verhindern und dieselbe zur Ausheilung bringen. Diese mangelhafte Widerstandsfähigkeit, so müssen wir annehmen, vererbt sich, und eben wegen dieser bestehenden Disposition sind bei Kindern von Phthisikern die Heilungsaussichten auch im allgemeinen schlechter als bei solchen, die aus gesunden Familien stammen.

Wenn nun schon bei der Tuberkulose, deren Erreger wir doch kennen und experimentell, ebenso wie die ganze Krankheit studieren können, eine völlige Einigung noch nicht erzielt worden ist, so gilt dies noch viel mehr von der Krebserkrankung, über deren Ursache und Wesen wir trotz der vielen darauf verwandten Mühe heute eigentlich noch gar nichts bestimmtes aussagen können. Ich habe zwar vorher an den Geschwülsten der Niere gezeigt, dass sie mit Entwicklungsstörungen zusammenhängen und von solchen Stellen ihren Ausgang nehmen, die Entwicklungsfehler aufweisen. Ich bin jedoch gänzlich ausserstande zu beantworten, warum nur ein kleiner Teil der so zahlreich anzutreffenden versprengten Nebennierenkeime zur Geschwulstbildung führt, und weshalb solche Keime nach 50 oder 70 Jahren der Ruhe im 51. bezüglich im 71. Lebensjahre plötzlich zu wuchern beginnen und nun zu Geschwülsten auswachsen, die in kurzer Zeit den Tod des Trägers herbeiführen. Zwei unbekannte Grössen harren noch ihrer Aufklärung, der „Wachstumsimpuls“ und die „**Disposition**“.

So sicher in jenen Fällen der Ausgang der Geschwülste von den Entwicklungsstörungen ist, so unsicher und unbewiesen ist die Hypothese, dass schlechthin alle Carcinome und alle krebsähnlichen Geschwülste, ja sogar überhaupt alle Tumoren, auch die gutartigen, im letzten Ende auf Keimverwerfungen oder irgend welche Bildungsfehler zurückgehen sollen. Dies lässt sich zwar für einen Teil der Geschwülste beweisen oder wahrscheinlich machen, für einen andern, sehr grossen Teil ist es aber geradezu unwahrscheinlich, und bleibt vorerst noch Hypothese, ebenso wie auch die Erblichkeit des Krebses, die noch von vielen und namhaften Forschern bestritten wird. In dieser Beziehung haben auch die zahlreichen Untersuchungen über den Krebs der Mäuse und anderer Tiere noch keine Sicherheit gebracht. Hier harren noch viele Fragen der Lösung und immer neue Probleme drängen sich uns auf.

Ich bin am Schlusse meiner Ausführungen, die Ihnen an einer Reihe von Beispielen die nahen Beziehungen zwischen den verschiedenen Disziplinen der Medizin veranschaulichen sollten. Wenn an manchen Punkten gezeigt werden konnte, wie nützlich und notwendig die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte für die Entwirrung verwickelter, pathologischer Zustände ist, so habe ich doch auch auf der andern Seite nicht verschwiegen, dass noch viele und oft die wesentlichsten Punkte der Aufklärung harren, da sie einer direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, sondern nur aus ihren Wirkungen erschlossen werden müssen. Ich halte es für eine Pflicht des Hoch-

schullehrers, streng zu unterscheiden zwischen dem, was wir als bewiesen annehmen dürfen, und dem, was noch zweifelhaft und nur Hypothese ist. Auf diese Weise sollen die jungen Mediziner zu eigenem Nachdenken, zur Kritik und zur Bearbeitung der Probleme angeregt werden, in der Hoffnung, dass auch unsere Schüler die Lösung der für die kommenden Generationen aufgesparten Rätsel erfolgreich in Angriff nehmen werden. Die Erfüllung dieser Hoffnung wäre der schönste Lohn für die reichlich auf die Heranbildung der Jugend verwandte Mühe.

Vom Mittelmeer zum Nordrand der algerischen Sahara.

Pflanzengeographische Exkursionen

von

M. Rikli und C. Schröter

mit Beiträgen

von

Prof. Dr. **C. Hartwich**, Dr. **Ed. Rübel**, Prof. Dr. **L. Rütimeyer** (Basel).
und von Herrn und Frau Dr. **Schneider-von Orelli**.

Hiezu Tafel I—XXV.

Einleitung.

Am Südufer der Mediterraneïs gelegen, die von jeher auf den Nordländer eine unwiderstehliche Anziehungskraft ausgeübt hat, von Mitteleuropa aus mit unseren heutigen Verkehrsmitteln schon in drei Tagen erreichbar, liegt ein alt-historisches Land, in dem auf Schritt und Tritt Zeugen der verschiedensten Völker von einer äusserst wechselvollen Geschichte erzählen, von gewaltigen Kataklysmen, die verheerend und alles zerstörend über diese Landschaften hingezogen sind und die sich nur zu oft bis in die Kulturwelt Europas in nachhaltigster Weise fühlbar gemacht haben; jetzt, nach langer Verfallszeit, unter zielbewusster kolonisatorischer französischer Oberhoheit einer neuen Blütezeit entgegengehend, ein Land voll von Gegensätzen, das dem denkenden Menschen eine ungeahnte Fülle von Problemen stellt, — das ist Algerien!

Verlockende, farbenprächtige Bilder steigen vor unserem geistigen Auge beim Klange dieses Namens auf. Die Wedel hochragender Dattelpalmen rauschen in lauen Lüften, wir wandern durch duftende blumenreiche Cistrosen-Heiden, durch uralte Olivenhaine, schattende Zedernwälder und immergrüne Korkeichenforste; vom schlanken Minaret schallt der Gebetsruf des Mueddin; braune Wüstensöhne sausen auf windschnellen, edlen Rossen mit fliegendem Burnus vorüber; schwerbeladen, in langem Karawanenzuge durchfurcht das geduldige Kamel, das Charaktertier des Orients, den Sand der Wüste, der endlosen, schweigenden, die in ihrer stillen Grösse dem Meere und dem Hochgebirge gleichkommt.

Das Alles bietet uns Algerien: den Zauber des sonnigen Südens, die bunte Märchenwelt des Orients, den von unseren Knabenjahren her noch nachzitternden, geheimnisvollen Reiz des dunklen Erdteils; und wenn wir dazu noch Pflanzenfreunde sind, so freuen wir uns, im Reichtum neuer Formen und eigenartiger Anpassungen der Wüstenflora schwelgen zu dürfen!

An der naturwissenschaftlichen und speziell an der botanischen Durchforschung des Landes wurde und wird, dank den unermüdlichen Bemühungen einer ganzen Reihe französischer Forscher, unter denen zur Zeit J. A. Battandier und L. Trabut in erster Linie zu nennen sind, eifrig gearbeitet. Eine grosse Zahl eingehender Exkursionsberichte, sorgfältig durchgeführter pflanzengeographischer Monographieen einzelner Bezirke, Studien über die Kulturpflanzen, Bearbeitungen der Regionen Algeriens und ihrer wesentlichen Leit- und Charakterpflanzen, Untersuchungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der nordafrikanischen Pflanzenwelt zur Flora des westlichen und östlichen Mittelmeerbeckens und zum fernen Orient, sind das Ergebnis dieser Forschertätigkeit. Wir haben am Schluss dieser Abhandlung die wichtigste, einschlägige Literatur zusammengestellt; sie ist beinahe vollständig in französischer Sprache niedergelegt.

Im Frühjahr 1907 unternahm die „Société Botanique de France" eine botanische Studienreise bis in den tiefen Süden des westlichen Algeriens. Einen sehr eingehenden wissenschaftlichen Reisebericht verdanken wir Ch. Flahault. Auch einige Schweizer haben sich dieser Expedition angeschlossen. H. Brockmann-Jerosch und A. Heim veröffentlichten in G. Karsten & H. Schencks „Vegetationsbildern" eine Serie von sehr instruktiven botanischen Tafeln vom Nordrand der algerischen Sahara. P. de Tschihatchef hat seine Studien in Briefen an Michel Chevalier niedergelegt: „Spanien, Algerien und Tunis" (Leipzig 1882), einer Arbeit, von der A. Engler sagt, dass sie die, in einem mehrmonatlichen Winteraufenthalt gewonnenen Eindrücke eines mit der Pflanzenwelt des Orients vertrauten Mannes wiedergibt. Mit Herrn H. B. Hagen in Kiel gaben wir kürzlich in den „Vegetationsbildern" drei Hefte über die Flora Algeriens heraus; sie enthalten hauptsächlich einige wichtige Baumtypen, Gariguesbilder aus der Umgebung von Oran, die Hochsteppenvegetation der Chotts, und bringen auch einen Beitrag zur Flora des höheren Atlas. Dies ist so ziemlich alles, was in der deutschen botanischen Literatur über Algiers Pflanzenwelt niedergelegt worden ist. Vor etwas mehr als Jahresfrist (1910) hat in A. Englers Werk „Die Pflanzenwelt Afrikas" Bd. I, auch das Atlasgebiet eine kurze, aber sehr inhaltsvolle und reich illustrierte Bearbeitung durch

den verdienten Direktor des botanischen Museums und Gartens der Universität Berlin gefunden.

Wir sind immerhin der Ansicht, dass ein Bericht über unsere im Frühjahr 1910 ausgeführte, fünfwöchentliche Algierreise, in der wir in den Hauptetappen den Spuren unseres verehrten Kollegen Ch. Flahault gefolgt sind, sich trotzdem noch rechtfertigen dürfte, weil eine solche Art der Veröffentlichung mit ihren Detailangaben künftigen Exkursionen zur Wegleitung dienen kann. Ausser unseren eigenen Beobachtungen und den Pflanzenlisten, die uns von den Herren Dr. Ed. Rübel und A. Ruegger in zuvorkommendster Weise überlassen wurden, haben wir in angemessenem Rahmen auch die umfangreiche Literatur berücksichtigt, insbesondere die sorgfältige Arbeit von Ch. Flahault. Einige unserer verehrten Reisekameraden haben uns freundlichst die Resultate ihrer Beobachtungen in den am Schlusse folgenden Abhandlungen zur Verfügung gestellt, wofür wir ihnen auch an dieser Stelle herzlich danken. Zu Dank verbunden sind wir ferner denjenigen Teilnehmern der Studienreise, die uns zur Illustration dieser Abhandlung photographische Aufnahmen in zuvorkommendster Weise zur Verfügung gestellt haben; ihre Namen sind bei den Bildern angegeben.

Es sei uns gestattet, hier zunächst derjenigen zu gedenken, die durch Rat und Tat unser Unternehmen unterstützt und durch ihre wertvolle Mithülfe so gefördert haben, dass die uns gestellte Aufgabe als Exkursionsleiter dadurch wesentlich erleichtert worden ist.

Mit wirksamen Empfehlungen wurden wir auf Vermittlung von Herrn Schulratspräsidenten R. Gnehm durch den h. Bundesrat ausgestattet, ferner durch den französischen Generalkonsul Herrn d'Auriac. Der ausserordentlichen Zuvorkommenheit und wohltuenden Gastfreundschaft der französischen Zivil- und Militärbehörden können wir nur unsere volle Anerkennung und unsern tiefempfundenen Dank aussprechen. Wir nennen insbesondere die Generäle Lyautey und Alix, Oberst Noël von Béni-Ounif und Hauptmann Corbière von Aïn-Sefra.

Die während unserer Reise gewonnenen Eindrücke haben uns mit hoher Achtung vor der von Frankreich in jenen abgelegenen Gegenden unternommenen Kulturarbeit erfüllt. Wir haben ein gebildetes und tüchtiges Offizierskorps kennen und schätzen gelernt.

Mit der strategischen Eisenbahn sind wir bis nach Colomb-Béchar, am Nordrand der Sahara, 725 km von Oran, gefahren und haben die zweckmässige Anlage dieser Kunstbaute, die mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, bewundert. Es ist zunächst eine Gebirgsbahn, durchquert sie doch das ganze Atlassystem und er-

reicht ihren Kulminationspunkt bei 1314 m, einer Meereshöhe, welche diejenige der Gotthardbahn um 160 m übertrifft; es ist zudem aber eine Steppen- und Wüstenbahn, die, wie kaum eine zweite Linie, einen vorzüglichen Einblick in die wechselvollen Landschaftsbilder gibt, von den fruchtbaren Hängen des Tell durch die in ca. 1000 m Meereshöhe gelegenen Hochsteppen der Chotts bis zu den Wüsten und Oasen im Süden des Sahara-Atlas. Und als Kriegsbahn erweist sie sich vor allem durch ihre festungsartigen, massiven Bahnbauten (Fig. 1) mit Schiessscharten, festen, eisernen Toren, mit Umfassungsmauern



Phot. Prof. E. Scharfetter, Graz

Fig. 1. Am befestigten Bahnhof von Colomb-Béchar
(Endstation der west-algerischen Saharabahn)
1. April 1910.

und Wasserreservoirs — denn hier im Süden lebt man auf ständigem Kriegsfuss. Überfälle durch die wilden Wüstenstämme oder durch die kriegerischen Bergbewohner Südmarokkos kommen noch öfters vor.

Abseits von den Bahnlinien durchzieht ein reich verzweigtes Netz vorzüglicher Strassen das Land; es ist, wenigstens im Süden, vom Militär angelegt. Im Strassenbau hat die Legion von jeher vorzügliches geleistet.

Aber auch in anderer Richtung haben wir gesehen, dass Frankreich bestrebt ist, seiner Mission als Kulturträgerin gerecht zu werden. Durch das ganze Land, bis in die Bergdörfer des Atlas und

bis zum Nordrand der Sahara sieht man arabische Schulen. In mehreren Städten hat die Regierung Teppichwebschulen gegründet, in denen die zeitweise tief gesunkene einheimische Teppichknüpferei wiederum eine neue Pflegstätte gefunden hat. In dieser Schule kennt man nur Handarbeit, meistens wird nach alten Mustern gearbeitet und zur Herstellung der prachtvollen Farbenwirkungen werden in primitivstem Färbeverfahren nur die dauerhaftesten pflanzlichen Farbstoffe verwendet.[1] Diese Schulen leisten bereits vorzügliches. Für den berühmten orientalischen Teppichhandel bedeuten sie eine gefährliche Konkurrenz. Nur möchte man wünschen, dass die Leitung weniger mit zum Teil kaum schulpflichtigen Kindern arbeiten und etwas bessere Löhne auszahlen würde; die Konkurrenzfähigkeit des Unternehmens wäre damit noch lange nicht in Frage gestellt.

Vielerorts sind die Behörden auch bestrebt, durch Sanierungsarbeiten bessere gesundheitliche Verhältnisse zu schaffen; ihr Kampf gilt besonders der Malaria. Durch Entsumpfung des Oued bei Béni-Ounif ist in dieser Gegend die gefürchtete Krankheit um 65 % zurückgegangen. In Béni-Ounif, das schon in der Wüste liegt, fanden wir ein wohlausgerüstetes Laboratorium für Malariaforschung. Es steht unter der Leitung von Dr. Foley, einem sehr tüchtigen Arzte, dem für seine wissenschaftlichen Forschungsarbeiten ein jährlicher Kredit von Fr. 1600 zur Verfügung steht. Für die Eingebornen gibt es bis zu den äussersten Vorposten des französischen Okkupationsgebiets im Süden Marokkos Spitäler, die von der Bevölkerung fleissig benützt werden. Von weit her kommen die Wüstensöhne und Bergkabylen, um in ihnen Rat zu holen oder sich operieren zu lassen. Wir haben Operationssäle gesehen, die mit den neuesten Errungenschaften auf dem Gebiet der Chirurgie und modernen Antiseptis ausgestattet, tadellos sauber und hell waren. Selbst bei unseren kritisch veranlagten medizinischen Kollegen haben dieselben wiederholt die verdiente ungeteilte Bewunderung gefunden.

Seitdem der Einfluss Frankreichs sich mehr und mehr auch auf den Süden Marokkos erstreckt, macht sich in jenen, sonst immer durch den beständigen Kleinkrieg feindlicher Stämme beunruhigten Ländern eine grössere Sicherheit bemerkbar. Aufs neue beleben sich

[1] Prof. C. Hartwich teilt uns mit: Zum Farben der Teppiche benützt man in Alger ausser Cochenille nur Pflanzenfarben; in der mit Konsul Borgeaud besuchten Weberei in Alger, Cochenille für rot, *Centaurea acaulis* u. *Reseda lutea* für gelb, Indigo für blau. In Tlemcen verwendet man: Indigo, Cochenille, Campecheholz, *Daphne Gnidium* L. für grün, und *Racine de Garance* (Krapp) für rot.

die alten Karawanenstrassen oder der Karawanenverkehr sucht sich neue Bahnen, indem er nach und durch diese relativ ruhigen Gebiete hinstrebt. In Colomb-Béchar sahen wir eine Karawane von gegen 400 Kamelen nach Bou-Dénib und der fruchtbaren Oasenlandschaft von Tafilet aufbrechen. Früher waren die Oasen alle befestigt. Im Gefühl der grösseren Sicherheit sieht man nun die Umfassungsmauern und Wachttürme vielfach verfallen. Selbst in der Oase Figuig, die noch unter marokkanischer Oberhoheit steht, macht sich in dieser Hinsicht die Nähe der französischen Machtmittel in vorteilhafter Weise bemerkbar. Der Ackerbauer kann nun seine Felder wieder mit grösserer Zuversicht bestellen, weiss er doch, dass er die Frucht seiner Arbeit einernten kann, und dass den nomadisierenden Räuberstämmen ihre Plünderungen seit der französischen Besetzung der Nachbargebiete wesentlich erschwert sind. Zur Beruhigung des Landes haben die Militärbehörden auch noch zu anderen Mitteln gegriffen: sie nehmen einerseits die Eingeborenen in ihre Dienste und gewöhnen sie so an Ordnung und Zucht: Beweis ist die „compagnie saharienne", oder sie zwingen anderseits die räuberischen Nomaden zu einem sesshaften Leben, indem sie ihnen bestimmte Wohnplätze anweisen.

Wir wissen sehr wohl, dass die französische Kolonisation in Nordafrika auch ihre grossen Schattenseiten und Gefahren hat. Die Art der Rechtsprechung, das Flaggenmonopol, die durchaus ungenügenden Schiffahrtsverbindungen mit dem Heimatland, die vielfache, zum Teil wohl auch aus Unkenntnis unabsichtliche Verletzung des nationalen und religiösen Empfindens der Bevölkerung sind solche wunden Punkte. Immer wieder hört und liest man von diesen Nachteilen der französischen Herrschaft; die Gerechtigkeit erfordert aber, dass man anerkennt, dass dieselbe für das Land und seine Bevölkerung eine ganze Reihe sehr vorteilhafter Veränderungen zur Folge gehabt hat, vor allem: eine lange Periode friedlicher Entwicklung, wachsenden Wohlstandes und fortschreitender Geisteskultur.

Neben der uns von französischer Seite zuteil gewordenen Gastfreundschaft hat uns auch das herzliche Entgegenkommen unserer Schweizerkolonien in Marseille und Algier zu grossem Dank verpflichtet. Dort war es Herr Konsul Angst, hier Herr Konsul Jules Borgeaud, die uns unschätzbare Dienste leisteten.

Endlich haben uns auch einige Kollegen durch ihre Kenntnisse von Land und Volk trefflich unterstützt. In erster Linie stehen die Professoren J. A. Battandier von der Medizin- und Pharmazieschule der Universität Algier und L. Trabut, chef du service botanique du Gouvernement général de l'Algérie. Wir waren

kaum ausgeschifft, so führten uns diese beiden besten Kenner der Flora der Atlasländer in den Jardin d'Essai nach Mustapha. Es war ein Genuss, unter dieser bewährten Führung sich in die ungeahnte Fülle dieses berühmten botanischen Gartens einführen zu lassen, und hernach im Maison Carrée die von L. Trabut mit so viel Erfolg vorgenommenen und durchgeführten Veredelungs- und Hybridisations-Versuche, sowie die Zuchtergebnisse frostharter Rassen von zahlreichen für Algerien wichtigen Kulturpflanzen zu besichtigen. Bei all' unseren Exkursionen um Algier sind die beiden Gelehrten unsere getreuen Begleiter geblieben. Sie haben uns auch in die Wildflora eingeführt, und als es hiess, Algier definitiv zu verlassen, da gaben sie uns noch das Geleite nach Blida und wanderten mit uns nach den Zedernwaldungen am Djebel l'Abd-el-Kader.

In Oran hatte Herr M. F. Doumergue, Verfasser mehrerer Schriften über die Flora der Chotts und der Umgebung dieser Stadt, die Freundlichkeit, die Führung der botanischen Exkursion nach der im Osten gelegenen Batterie Espagnole zu übernehmen. Unsere Ethnographen und Archäologen fanden in Herrn Lehrer Paul Pallary einen tüchtigen Forscher. Aus sehr einfachen Verhältnissen hervorgegangen, hat er dank seiner grossen Energie und seines unermüdlichen Wissensdranges die am schwersten zugänglichen Gebiete Nord-Afrikas bereist. Wiederholt war er Gefangener der berüchtigten Riffpiraten. Er ist einer der besten Kenner der interessanten Felszeichnungen, die im westlichen Algerien, besonders am Nordrand der Sahara angetroffen werden, und zudem mit den Sitten und Gebräuchen der Riffbewohner und der Bergvölker des Atlas, und mit ihrer vorgeschichtlichen Kultur vertraut, wie kaum ein zweiter. Durch Herrn P. Laporte, conservateur des Eaux et Forêts in Oran, haben wir allerlei Aufschlüsse über die Waldungen und forstlichen Verhältnisse Algeriens erhalten, ihm verdanken wir auch eine schöne Serie wohlgelungener Photographien von einzelnen Bäumen und Waldpartien; sie bilden jetzt eine Zierde unserer Sammlungen. Bei Gelegenheit der Tagesexkursion nach dem Korkeichenwald von Hafir, südwestlich Tlemcen, haben uns die Forstbeamten durch den Wald geführt und hernach vor dem Forsthaus empfangen und bewirtet.

Unsere Studienreise dauerte vom 14. März bis zum 19. April 1910. Eigentlich war sie für Dozenten und Studierende unserer technischen Hochschule berechnet; doch haben sich ihr auch eine ganze Reihe ehemaliger Studierender, mehrere Lehrer von Mittelschulen, sowie eine grössere Zahl von Kollegen aus dem In- und Auslande angeschlossen. So sind wir denn als wissbegierige Schar von 42 Teilnehmern ausgezogen. Fast alle Disziplinen der Naturwissenschaften waren vertreten, so dass man sich gegenseitig ergänzen konnte. Am Abend wurde je nach Bedürfnis ein kurzer Überblick über die Ergebnisse des Tages gegeben; öfters kam

es dann noch zu einem lebhaften, anregenden Gedankenaustausch. Am stärksten war die Botanik vertreten. Ausser den beiden Berichterstattern gehörten ihr die bekannten Australienforscher Prof. Dr. L. Diels und Dr. E. Pritzel an, welche vergleichende Studien über mediterrane und australische Hartlaubgehölze betreiben wollten. Unter-Direktor A. W. Hill von Kew (London), die Herren Ch. E. Moss und Arthur G. Tansley von Cambridge widmeten sich hauptsächlich phytogeographischen Formationsstudien, ebenso auch die Gymnasialprofessoren Dr. R. Scharfetter von Villach und Dr. G. Geilinger von Winterthur. Dr. E. Rübel machte Beobachtungen über das Lichtklima, und Dr. O. Schneider-von Orelli von Wädenswil sammelte Pilze und kryptogame Kulturschädlinge, während Frau Dr. Schneider die Gallen studierte. Die pharmazeutische Sektion, bestehend aus den Herren Prof. Dr. C. Hartwich, Dr. H. Zörnig (München) und Dr. J. Svanlund von Boras (Schweden) notierten alles, was für den Pharmakologen von Interesse sein kann. Die forstlichen Verhältnisse studierte Prof. Dr. K. von Tubeuf von der forstlichen Versuchsanstalt in München, landwirtschaftliche Fragen Dr. Robert Mariani. Die Zoologie war vertreten durch Prof. Dr. R. Lauterborn von der Universität Heidelberg, die Insektenkunde durch Dr. W. Schibler von Davos, die Geologie durch G. Holmsen von Christiania und die Ethnographie durch Prof. Dr. L. Rütimeyer vom ethnographischen Museum in Basel, und Dr. E. Frey von Davos-Clavadel. Reisearzt war Prof. Dr. F. Siebenmann von Basel. Nicht weniger als 14 Photographen befanden sich in beständiger Tätigkeit. Das Resultat sind über 2000 Aufnahmen, von denen ein grosser Teil auch den weitgehendsten Anforderungen zu entsprechen vermag und ein nahezu erschöpfendes Bild von Vegetationsbildern vom Mittelmeer bis in den tiefen Süden geben — für die Teilnehmer der Reise eine äusserst wertvolle, bleibende Erinnerung. Als offizielle Photographen fungierten die Herren Prof. J. Businger von Luzern und stud. F. van Oostrom-Meyjes. Die gesammelten Pflanzen sind dem botanischen Museum der technischen Hochschule in Zürich übergeben worden.

Es liegt nicht in unserer Absicht, der Darstellung die gewählte Reiseroute zugrunde zu legen. Wir wollen vielmehr das Land in seiner natürlichen Gliederung kennen lernen, daher sollen unsere Exkursionsberichte jeweilen da eingeschaltet werden, wo sie pflanzengeographisch hingehören. Gerade aus diesem Grunde dürfte es aber doch von Wert sein, über deren zeitliche Folge orientiert zu werden. Sie wird uns Aufschluss geben über das jeweilige Datum der Aufnahme der Florenbestände und mag auch als Wegweiser dienen, wie eine Studienreise in das westliche Algerien möglichst nutzbringend und vielseitig ausgeführt werden kann, ohne dass deren bleibender Wert durch ein zu besetztes Programm beeinträchtigt wird.

März 14/15.	Zürich-Marseille.
„ 16.	Marseille.
„ 17. 1h	mittags bis 19. 7h morgens Überfahrt nach Algier.
„ 19.	Algier: Jardin d'Essai und Versuchsanstalt im Maison Carrée.
„ 20.	Forêt de Baïnen.
„ 21.	Algier-Michelet im Djurdjuragebirge.
„ 22.	Exkursionen um Michelet.
„ 23.	Rückreise nach Algier.
März 24.	Besuch der Korkfabrik, der Trappe de Staouëli und Exkursion nach Sidi-Ferruch.
„ 25.	Exkursion nach den Zedernwaldungen ob Blida.
„ 26.	Blida-Oran.
„ 27.	Exkursion zur kleinen Sebka.
„ 28.	„ nach der Batterie Espagnole.
„ 29.	Exkursion auf den Djebel Murdjadjo.
„ 30/31.	Oran-Colomb-Béchar.

April 1. Exkursion in die Wüste um und in der Oase von Colomb-Bechar.
„ 2. Nach Beni-Ounif. Exkursion in die Umgebung.
„ 3. Tagestour nach der marokkanischen Oase Figuig.
„ 4. Beni-Ounif nach Aïn-Sefra
„ 5. Dünenstudien bei Aïn-Sefra. Steppenexkursion auf der Südseite des Djebel Aïssa.
„ 6. Besteigung des Djebel Mekter (2060 m).
„ 7. Besuch der Oase Tiout.
„ 8. Aïn-Sefra-El Kreider. Exkursion in die Salzsteppe.
April 9. El Kreider-Oran (Ruhetag).
„ 10. Oran-Tlemcen.
„ 11. Tlemcen und Exkursion nach der Kaskadenschlucht.
„ 12. Tagestour nach dem Korkeichenwald von Hafir, SW. von Tlemcen.
„ 13. Exkursion um Lalla-Marnia und in die Callitrisbestände von Tameksalett.
„ 14. Tagestour nach Oudjda in E.-Marokko.
„ 15. Lalla-Marnia bis Oran.
„ 16. Oran (Ruhetag).
„ 17/18. Überfahrt nach Marseille.
„ 18/19. Marseille-Zürich.

I. Geologischer Aufbau.

Morphologisch und genetisch tragen die Atlasländer eigentlich keinen afrikanischen, sondern durchaus noch europäischen Charakter. Geotektonisch ist Nordafrika eben ein Faltungsland und steht somit zum übrigen afrikanischen Kontinent — einem gewaltigen Tafelland, in dem hauptsächlich Brüche und Senkungsfelder neben gelegentlich auftauchenden Vulkankegeln den Aufbau des Landes bestimmen — in einem ausgesprochenen Gegensatz. Auch die relativ reiche Küstengliederung erinnert an europäische Verhältnisse. Um diesen Gegensatz zum übrigen schwarzen Erdteil auch schon im Namen zum Ausdruck zu bringen, hat Karl Ritter die Atlasländer nicht unpassend als „Kleinafrika“ bezeichnet.

Tektonisch schliesst sich der Atlas einerseits an den Apennin, anderseits an die Sierra Nevada und das ostiberische Randgebirge an; es ist somit im weitesten Sinne des Wortes noch ein Stück Alpensystem. Der Atlas baut sich aus zahlreichen Gebirgszügen auf, die in der Hauptsache unter sich und zur Küste parallel verlaufen, oder auch bald weiter, bald weniger weit sich von einander entfernen, um sich alsdann wiederum zu nähern. Auf diese Weise kommt es zwischen den einzelnen Ketten zur Bildung langgestreckter Hochmulden oder Hochflächen.

In Algerien selbst zerfällt das Atlassystem in drei Abschnitte, nämlich in:

1. Den Kleinen Atlas, auch Tellatlas genannt, bestehend aus einem ganzen System mehr oder weniger parallel von Südwesten nach Nordosten streichender Ketten und kleinerer Gebirgsgruppen, die in ihrer Gesamtheit ein topographisches Bild ergeben, das

wenigstens stellenweise einigermassen an unseren Jura erinnert. Wie der Jura, so wird auch dieses Gebirgssystem von zahlreichen Bächen und Torrenten in engen, z. T. ausserordentlich wilden Schluchten durchbrochen und zur Küste entwässert. Der geologische Aufbau ist aber wesentlich verschieden. Es sind vier Zonen zu unterscheiden. Die nördlichste, altvulkanische, wird meist aus vorgelagerten kleinen Inselchen gebildet, geht aber stellenweise wie z. B. in Kabylien auch auf das Festland über. Darauf folgt das archäisch-altpaläozoische Gebirge, aufgebaut aus Gneissen, Graniten, alten Schiefern, Kambrium; möglicherweise ist daran auch noch das Silur beteiligt. Die dritte Zone besteht aus roten Sandsteinen und Konglomeraten der jungpaläozoischen Zeit. Die Hauptmasse aber wird gebildet aus einem stark gefalteten Kalkgebirge, das sich hauptsächlich aus Gesteinen der Kreideformation aufbaut. Zwischen den einzelnen Ketten sind tertiäre Ablagerungen eingebettet. In der Provinz Oran tritt die Kreide zurück, an ihre Stelle treten jurassische Ablagerungen. Auf der Carte géologique de l'Algérie im Masstab von 1:800,000, ed. III (1900) publiziert auf Veranlassung des Gouvernement général de l'Algérie durch das Ministère des travaux publics, sind diese Verhältnisse sehr übersichtlich dargestellt.

Nach Süess entspricht dieser Bau ganz demjenigen des Apennin. Man hat es hier wie dort mit starken Einbrüchen auf der nördlichen inneren Seite des Gebirges zu tun, dessen zentrale kristallinische Zone nur noch in Bruchstücken vorhanden ist. An den Einbrüchen sind Eruptivsteine emporgetreten.

2. Der Grosse oder Saharaatlas ist viel einfacher gebaut. Er besteht vorwiegend aus Kreide; in untergeordneter Weise sind auch Jura und Tertiär an seinem Aufbau beteiligt. Sein Südabfall trägt schon ganz ausgesprochenen Wüstencharakter. Die von ihm abfliessenden Gewässer verlieren sich meistens in der Wüste oder Hochsteppe, nur ganz wenige Wasseradern vermögen den Tellatlas zu durchbrechen und in das Mittelmeer zu münden. Die Ansiedelungsmöglichkeiten sind recht dürftig, sie haben durchaus Oasencharakter und sind an den Verlauf der fast nur während der Regenzeit Wasser führenden Gebirgsbäche gebunden, oder angewiesen auf muldenförmige flache Depressionen mit oberflächlich lagerndem Grundwasser.

Zwischen Tell- und Saharaatlas erstreckt sich in Algerien

3. das Hochland der Chotts, und zwar in einer mittleren Meereshöhe von ca. 1000 m. Der Boden ist salzig, kiesig oder lehmig. An einer der breitesten Stellen, zwischen Tafaroua und Mekalis, erreicht dieses Steppenhochland 140 km. In der Längsrichtung erstreckt es sich vom östlichen Marokko bis beinahe an die Grenze

von Tunis, d. h. über eine Entfernung von reichlich 1150 km; da die nördlichen und südlichen Ketten des Atlassystems sich einerseits im zentralen und westlichen Marokko, anderseits in Tunesien wieder stark nähern, so fehlt in diesen beiden Gebieten das zentrale Hochland der Chotts. Eine Reihe grosser, aber sehr flacher und periodisch grösstenteils austrocknender Salzseen sind für das Hochland bezeichnend. Die Fata morgana ist eine häufige Erscheinung.

In diesen topographischen Verhältnissen liegt der Schlüssel zum Verständnis der Klimatologie und damit auch zu der allgemeinen pflanzengeographischen Gliederung des Landes in drei Zonen, die in den Hauptzügen den drei Abschnitten: Tellatlas, Chotts und Saharaatlas entsprechen.

II. Feuchtigkeitsverhältnisse.

Gegenüber Mitteleuropa ist die Mediterraneïs durch ihre höheren Temperaturen und ihre abweichenden Niederschlagsverhältnisse ausgezeichnet. Mit zunehmender südlicher Breitenlage verschärfen sich diese Unterschiede immer mehr, sie geben den mediterranen Landschaften den von unseren Verhältnissen so stark abweichenden Vegetationscharakter. Das ausserordentlich xerophile Gepräge der Pflanzenwelt wird jedoch weniger durch die Höhe der Temperatur, als vielmehr durch die eigenartige Wasserökonomie des Mittelmeerbeckens bedingt.

Übrigens zeigt die absolute jährliche Regenmenge, wie in einem so grossen Gebiet nicht anders zu erwarten ist, recht erhebliche Schwankungen. Sie ist aber keineswegs so niedrig, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist. Theobald Fischer hat die mittlere jährliche Niederschlagshöhe der Mittelmeerländer auf 759,4 mm berechnet, das ist beinahe 7,5% mehr als von Bebber für Deutschland (708,9 mm) angibt. Wir stimmen daher A. Philippson vollständig zu, wenn er sagt: „Wenn das Mittelmeergebiet gegenüber unserer feuchteren Heimat im allgemeinen den Eindruck grösserer Dürre macht, so liegt dies nicht an der Menge der Regen, sondern an der unregelmässigen Verteilung derselben und an der höheren Temperatur.“ Es darf eben nicht ausser acht gelassen werden, dass je höher die Temperatur ist, desto mehr Regen erforderlich ist, um den Boden so feucht zu halten, dass die Pflanze demselben noch eine genügende Wassermenge zu entnehmen vermag.

Entscheidender als die absolute Regenmenge ist deren jahreszeitliche Verteilung. In dieser Hinsicht ist das Mittelmeergebiet ausserordentlich ungünstig gestellt, indem zur Zeit der grössten Betriebswärme das notwendige Betriebswasser fehlt, so dass

sich die Pflanzenwelt genötigt sieht, während des Hochsommers ihre gesamte Lebenstätigkeit auf ein Minimum herabzusetzen. So wird infolge des Wassermangels der Sommer zu einer Ruhezeit. Die ganze Xerophilie der Mediterranflora ist die Folgeerscheinung dieses Missverhältnisses. Gegenüber Mitteleuropa mit seinen Regen zu allen Jahreszeiten und seinem sommerlichen Maximum beginnt südlich der Alpen das Gebiet periodischer Regen- und Trockenzeiten, und zwar in der Weise, dass die Niederschläge im Sommer abnehmen, dagegen hauptsächlich auf das Frühjahr und den Herbst fallen. Weiter im Süden setzen die Frühjahrsregen immer zeitiger ein, die Herbstregen verspäten sich mehr und mehr, so fallen schliesslich die beiden Regenzeiten zusammen. Dies ist der Fall im Gürtel der Winterregen, dem Gebiet der nahezu regenlosen Sommer (weniger als 50 mm in den drei Sommermonaten). Die gesamten Atlasländer sind dieser Klimaprovinz zuzuzählen.

Die jährliche Regenmenge nimmt nun in Algerien einerseits von Westen nach Osten, anderseits von Norden nach Süden ab. Wo dieses Gesetz unterbrochen wird, da ist es jeweilen nur die lokale Topographie, welche die Ausnahmen bedingt, entweder längs der Küste vorspringende Gebirgszüge, die eine örtliche Steigerung der Niederschläge bewirken, oder aber im Tellatlas der Einfluss der Höhenstation gegenüber den nahen tiefgelegenen Küstenpunkten.

Die folgenden Zusammenstellungen sollen diese Tatsachen veranschaulichen:

a) Jährliche Regenmengen einiger annähernd unter demselben Breitegrad gelegenen Küstenorte, von Westen nach Osten angeordnet (nach J. Hann).

Gibraltar 822 mm, Algier 745 mm, Bone 676 mm, Bizerte 644 mm, Tunis 487 mm, Bengasi 355 mm, Alexandrien 210 mm, Port Said 89 mm, Suez 54 mm.

b) Vergleich der jährlichen Regenmengen einiger Küstenorte mit denjenigen benachbarter Höhenstationen.

1. Küstenorte	Jährliche Regenmenge	2. Höhenstationen		Jährliche Regenmenge
Oran 50 m ü. M.	554 mm	Tlemcen	830 m	662 mm
		Tiavel	1086 m	744 mm (Lefebvre)
		Medeah	920 m	850 mm
		Blida	260 m	922 mm (Lefebvre)
Algier 38,5 m ü. M.	745 mm	Tizi Ouzou	190 m	985,4 mm n. Th. Fischer (1879) 848,9 mm (1907)
		Fort National	916 m	1118,2 mm n. Th. Fischer (1879) 1492,6 mm (1906)

c) **Vergleich der jährlichen Regenmenge einiger Küstenorte mit Stationen der Chotts, des Sahara-Atlas und des Nordrandes der Wüste.**

Wo keine Bemerkungen, gelten die Angaben für 1906, nach: Observations météorologiques du réseau africain, publiziert durch den „Service météorologique du Gouvernement général de l'Algérie" (1909).

		Jährliche Regenmenge			Jährliche Regenmenge
1. Oran	60 m	530,1 mm	2. Algier	38,5 m	758,1 mm
Sidi Bel Abes	474 m	421,3 mm	Orléansville	118 m	575,8 mm
Geryville	1305 m	362,8 mm	Djelfa	1130 m	350 mm
Aïn-Sefra	1072 m	326 mm	Laghouat	780 m	198 mm (Mittel)
Beni-Ounif	830 m	92,2 mm	El Oued	80 m	96,7 mm
Adrar	140 m	6 mm			
3. Philippeville		771,1 mm (Th. Fischer)	4. Bizerte	9 m	644,3 mm
Constantine	640 m	684,3 mm (Th. Fischer)	Tunis	43 m	579,7 mm
			Sfax	8 m	324,8 mm
Batna	1058,4 m	462,9 mm	Gabes		187 mm (Mittel n. J. Hann)
Tebessa	880 m	349 mm			
Biskra	130 m	199 mm (Mittel)	Nefta	20 m	82 mm
El Golea	383 m	72 mm nach Lelehureu			

Diese Zahlen zeigen, dass im westlichen Mittelmeerbecken die Grosszahl der Küstenstationen nicht wesentlich niederere jährliche Regenmenge aufweist, als sie Mitteleuropa besitzt; die Gebirgsstationen des Tell dagegen erreichen z. T. Werte, wie sie in den Alpen angetroffen werden.

Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich aber in der Verteilung der Niederschläge.

		Sommermonate	% der Gesamtregenmenge	Wintermonate	% der Gesamtregenmenge
Algier 1855—67 m	Nach Th. Fischer	23,1 mm	2,9 %	362,8 mm	45,8 %
Oran 1854—63 m		10,2 mm	2,5 %	225,0 mm	46,7 %
Philippeville		31,6 mm	4,1 %	355,3 mm	46 %
Tlemcen		26,5 mm	1,3 %	224,1 mm	36,9 %
Fort National 1906 m	Nach Observ. météorol. du réseau algérien	49,8 mm	3,3 %	865,4 mm	58 %
Béni-Ounif 1906 m		4 mm	1,3 %	43,7 mm	17,4 %
Bizerte 1906 m		55,8 mm	8,6 %	112,5 mm	65,7 %

Das Litoral besitzt also hauptsächlich Winterregen; im Gebirge (Tellatlas) dagegen fällt die grösste Niederschlagsmenge öfter auf das Frühjahr. Umgekehrt erhalten die Sommermonate nur 1/10 bis höchstens 1/3 des ihnen prozentuell zugehörigen Teils der jährlichen Regenmenge. In diesen regenarmen oder fast regenlosen Sommern liegt die Erklärung des xerophytischen Gesamtcharakters der mediterranen Pflanzenwelt.

III. Thermik.

Viel weniger bezeichnend sind die Wärmeverhältnisse. Auch für Algerien gilt der Satz, den A. Philippson für das ganze Mittelmeerbecken ausgesprochen hat, dass dieselben lediglich als eine Steigerung der Wärmeverhältnisse unserer Heimat erscheinen.

Thermisch zerfällt Algerien in zwei Bezirke:

1. Das **Küstenland**; es umfasst das Litoral und die nördliche Abdachung des Tellatlas und besitzt ein ziemlich ausgesprochenes ozeanisches Klima.

2. Das **Binnenland**, dem das abflusslose Hochland der Chotts und die algerische Sahara zuzuzählen sind, und das entschieden kontinentalere Verhältnisse aufweist.

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über mittlere Monatstemperaturen, Jahresmittel und absolute Extreme einiger Orte des Küsten- und Binnenlandes von Algerien. Zum Vergleich haben wir die entsprechenden Werte mehrerer mitteleuropäischer Stationen beigefügt.

	Monatsmittel in C°							Unterschied der extr. Monatsmittel	Absol.	
	Jan.	März	April	Juli	Aug.	Nov.	Jahr		Minim.	Max.
	a) Küstengebiet.									
Oran	11*	13,6	16	24,2	**24,8**	15,1	17,5	13,8	— 2,2	40°
Algier	11,9*	14,2	16,1	25,0	**25,3**	16,9	18,3	13,4*	— 2	45°
La Calle	11,4*	14,2	16,4	25,0	**25,6**	15,8	18,2	14,2	0	45°
Bizerta	10,6*	13,2	15,4	24,8	**25,3**	15,9	17,9	14,7	0	44,8
	b) Tellatlas.									
Tlemcen	8,5*	11,5	13,7	24,5	**24,7**	12,5	15,9	16,2	— 1°	45,8
Aumale	5,9*	9,0	11,4	25,2	**25,9**	10,1	14,7	20,0	— 5,4	45
Constantine	6,2*	10,2	12,1	**26,3**	25,7	10,9	15,3	20,1	— 7,6	45,2
	c) Hochland, Nordrand der Sahara.									
Geryville	3,8*	7,9	11,3	**25,8**	25,1	8,0	13,5	22,0	13,1	45
Laghuat	7,0*	11,9	15,1	**28,3**	27,6	11,2	17,0	21,3	— 4,2	41,6
Batua	4,0*	9,0	12,2	**26,2**	24,3	9,0	14,1	22,2	— 6,5	38,9
[illegible]	9,5* XII	14,1	17,2	**32,4**	31,3	13,3	19,2	**23,9**	— 2	43
Biskra	10,6*	15,3	19,4	**31,9**	31,2	15	20,7	21,3	1,1	44,6

* bezeichnet die Minimal-, Fettdruck die Maximalwerte.

	Monatsmittel in C°							Unterschied der extr. Monatsmittel	Absol.	
	Jan.	März	April	Juli	Aug.	Nov.	Jahr		Minim.	Max.
	d) Mitteleuropäische Stationen.									
Basel	0	1,8	9,5	**10,0**	18,3	1,5	9,5	19,9	24,2	34,7
Zürich	−1,4	3,8	8,8	**18,4**	17,3	3,6	8,5	19,8	−18,2	34,5
									Mittl.	Extr.
Breslau	−1,5	2,2	7,8	**18,6**	17,4	2,9	8,3	20,1	−16,7	32,8
Budapest	−2,1	1,4	10,6	**21,3**	20,3	3,9	9,9	23,4	−12,2	33,2
Szegedin	−1,8	1,7	11,5	**23,1**	21,5	4,8	10,8	**24,9**	−15,2	34,4

Mit den mitteleuropäischen Stationen verglichen könnte man sagen, dass sich das algerische Küstenland von jenen Gebieten hauptsächlich durch seine milden Winter unterscheidet, die Sommer sind dagegen, wie die folgende Tabelle zeigt, verhältnismässig nur wenig wärmer. Anders das Binnenland. Die Winter sind wesentlich kühler als an der Küste und nähern sich somit, trotz der noch südlicheren Lage, mehr den mitteleuropäischen Werten; anderseits erfahren die Sommertemperaturen eine weitere Steigerung.

	Mitteltemperaturen			Mittl. absol.	
	Januar	Juli	August	Minim.	Max.
Der 4 alger. Küstenstationen	11,23	24,75	25,4	− 1,05	43,7
Der 5 mitteleurop. Stationen	1,36	20,8	18,9	− 21,2	34,6
Wärmeunterschied zugunsten des algerischen Küstenstriches	+12,59	+ 3,95	+ 6,5	+ 20,15	+ 9,1

Diese Zahlen lehren, dass die grössten Wärmeunterschiede in den Winter fallen: der Januar der nordafrikanischen Küste verzeichnet eine etwa dreimal so grosse Wärmezunahme als der Juli, und noch beinahe doppelt so viel als die des August.

Im Binnenland ist dagegen die Temperaturvermehrung im Januar und Juli gegenüber den entsprechenden Monatsmitteln der mitteleuropäischen Stationen nahezu gleich, d. h. der Januar nimmt thermisch nicht mehr eine so bevorzugte Stellung ein wie an der Küste. Darüber gibt die folgende Zusammenstellung Aufschluss.

	Mitteltemperaturen		Mittel absol.	
	Januar	Juli	Minim.	Max.
der 5 algerischen Binnenstationen	6,78	28,9	− 5	42,6
der 5 mitteleuropäischen Stationen	1,36	20,8	− 21,2	34,6
Unterschied zugunsten des algerischen Binnenlandes	+ 8,14	+ 8,1	+ 16,2	8,0

Stellen wir endlich noch die Daten des Küsten- und Binnenlandes einander gegenüber.

	Mitteltemperaturen			Mittl. absol.	
	Januar	Juli	August	Minim.	Max.
Küstenstrich	11,23	24,75	25,4	— 1,05	43,7
Binnenland	6,78	28,9	27,9	— 5	42,6
Differenz	4,45	— 4,15	— 2,5	+ 4,05	1,1

Beim Vergleich zweier benachbarter Florengebiete ergibt sich nach C. Raunkiaer, dass die klimatischen Verhältnisse der, für die Vegetation ungünstigen Jahreszeiten sich viel mehr voneinander unterscheiden, als diejenigen der günstigen Jahreszeiten. Das trifft auch zu, wenn man Zentraleuropa dem Mittelmeergebiet, insbesondere seinen südlichen Teilen gegenüberstellt.

Vergleicht man den algerischen Winter (Litoralgebiet) mit dem mitteleuropäischen Sommer, so ergibt sich eine merkwürdige Annäherung ihrer klimatischen Werte, so dass man beinahe von einer Übereinstimmung sprechen könnte. Der Winter der nordafrikanischen Küstenregion (Mittel ca. 12—13° C.) entspricht etwa unserm Mai oder der ersten Hälfte Juni; die Summe der winterlichen Niederschläge (305 mm) erreicht nahezu diejenige der Monate Mai bis Juli (320 mm)*) Mitteleuropas. Berücksichtigt man aber nicht die Hafenorte, sondern etwas küstenfernere, höher gelegene Orte, so wird die Übereinstimmung noch auffälliger.

Ganz anders gestaltet sich das Verhältnis der ungünstigen Jahreszeiten. Gewaltig ist der Unterschied zwischen dem deutschen Winter und dem mediterranen Sommer, schon die Verschiedenheit der Niederschlagsmengen ist recht ansehnlich, eine viel durchgreifendere Bedeutung kommt aber den thermischen Werten zu. Der vollständig verschiedene Vegetationscharakter der beiden Länderkomplexe, ihre ganz andere Bewirtschaftung ist die unmittelbare Folge der abweichenden Einwirkung der „schlechten Jahreszeiten“ auf das gesamte Pflanzenkleid der beiden Erdräume.

*) Nach J. Hann, Mittel von 69 Beobachtungsstationen zwischen der Rheinprovinz und dem Königreich Sachsen, in: Handbuch der Klimatologie ed. III (1911) Bd. III 2, S. 234.

IV. Das Lichtklima.

Von **E. Rübel.**

Wenden wir uns zu einem anderen sehr wichtigen, aber oft vernachlässigten klimatischen Faktor, dem Licht. Leider konnten die Messungen nur während der Dauer der Exkursion gemacht werden, für klimatologische Daten eine sehr kurze Zeit, aber es lassen sich doch einige sehr hübsche Resultate ableiten.[1] In Algerien waren vorher noch keine Beobachtungen dieser Art gemacht worden, in Nordafrika überhaupt nur diejenigen von Wiesner[2] in Kairo und von Strakosch[3] in Ägypten und dem ägyptischen Sudan. Die verwendete Methode ist die von Wiesner vereinfachte photochemische Bunsen-Roscoe-Methode.

Kurze Beschreibung der Methode.[4]

Die Methode beruht auf der Schwärzung von Chlorsilberpapier, berücksichtigt also nur die starkbrechbaren Strahlen; nach den Untersuchungen von Weber[5] in Kiel gehen diese aber den schwachbrechbaren ziemlich vollständig parallel, so dass die Resultate auch für das gesamte Licht brauchbar sind.

Man lässt ein auf bestimmte Art hergestelltes Chlorsilber-Normalpapier sich im Licht schwärzen, bis es den Bunsenschen Normalton (ein helles Taubengrau, das Bunsen durch Mischen von einem Teil Lampenruss mit 1000 Teilen Zinkoxyd erhielt) erreicht hat. 1 oder besser 1000 dividiert durch die gemessene Anzahl Sekunden (man misst auf $1/5$ Sekunde genau) ergibt die Lichtintensität. Ist also der Normalton in einer Sekunde erreicht, so haben wir $I = 1000$; braucht es 4 Sekunden $I = 250$; bei $5^1/_5$ Sekunden $I = 192$ usw. Ist die Intensität so gross, dass der Normalton zu rasch für genaue Messung erreicht wird, so verwendet man den Zehnerton, der die zehnfache Zeit erheischt, oder einen intermediären Ton. Da das Normalpapier sehr schlecht haltbar ist, es verdirbt nämlich 16—20 Stunden nach der Zubereitung, so verwandte ich Wynne's Infallible Exposuremeter, dessen Papier erstens sehr haltbar ist — ich verglich es lange Zeit jeden Monat mit frischem Normalpapier und es behielt denselben Umrechnungsfaktor — und zweitens einen grünen Ton aufweist, der leichter und schärfer identifiziert werden kann als das helle Taubengrau.

[1]) Ausführlicher in: Rübel, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas von Algerien. Lichtklimatische Studien III. Abhandlung. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang 55, 1910.

[2]) Wiesner. Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Kairo und Buitenzorg. Wiener Denkschriften, 1896.

[3]) Strakosch. Ein Beitrag zur Kenntnis des photochemischen Klimas von Ägypten und dem ägyptischen Sudan. Wiener Sitzungsberichte, 1908.

[4]) Ausführlich in Wiesner l. c. und in: Rübel, Untersuchungen über das photochemische Klima des Berninahospizes. Lichtklimatische Studien, I. Abhandlung. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang 53, 1908.

[5]) Weber. Resultate der Tageslichtmessungen in Kiel 1890—1892, 1892—1895, 1898—1904. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein; Band 10 (1893); Band 11; Band 13 (1905).

Nur ein Teil des Sonnenlichtes erreicht die Erde als „direktes Sonnenlicht", ein anderer wird zerstreut und kommt als „diffuses Licht" zur Messung; beide zusammen bilden das „gesamte Licht". Diffuses Licht haben wir überall, wo es nicht absolut dunkel ist, direktes nur wo und wann die Sonne scheint.

Die Lichtintensität ist abhängig: 1. in hohem Masse von der Sonnenhöhe, 2. von der Bewölkung, 3. vom Zustand, der Reinheit und der Dichte der Atmosphäre.

Wüste am Nordrand der Sahara.

Das Charakteristische der Wüste ist die geringe chemische Lichtintensität. Das fanden Wiesner und Strakosch in der ägyptischen und sudanesischen Wüste ganz analog wie ich in Algerien. Dies lässt sich auch leicht erklären. Die Luft ist in dieser regenarmen Gegend infolge der Sandhaltigkeit meist sehr trüb; durch Brechung werden noch speziell die chemisch wirksamen Strahlen geschwächt, bekannt ist ja die Röte der Wüstenbilder.

Am 30. und 31. März 1910 regnete es heftig in Aïn-Sefra. Durch die dadurch gereinigte Luft drang bei 51° Sonnenhöhe eine Lichtintensität von 1100, eine Zahl, die sehr gut den mitteleuropäischen bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Meereshöhe — Aïn-Sefra liegt bei 1058 m ü. M. — entspricht. Nachher füllte sich in den trockenen, windigen Tagen die Luft wieder mit suspendierten Teilen; am 5. April konnte sich die Lichtintensität trotz voller Sonne und höherem Sonnenstand (bis 63°) nicht über 580 erheben, also fast die Hälfte war verloren. In Colomb-Béchar war es am 1. April regnerisch, jedoch fiel nur feiner Regen, der den vom zugleich wehenden Wind suspendierten Staub nicht vollständig niederzuschlagen vermochte. Das Resultat davon zeigte sich in niederer Intensität. Als die Sonne wieder voll schien am 1. April um 3 Uhr, stieg die Lichtintensität bei 40° Sonnenhöhe nur auf *710*, tags darauf bei h = 63° nur auf *720*, am 4. April in der Wüste um Béni-Ounif auf *650*. Wir finden eine merkwürdige Übereinstimmung mit der Wüste in Ägypten, wo Strakosch während einer Reihe von Tagen in Kairo, Luxor und Assuan bei Sonnenhöhen von 51—55° regelmässig ein Tagesmaximum von *773* fand und Wiesner 1894 in Kairo Maxima von *666* (h = 53°), *714* (53°), und *600* (47°). Der Wüstencharakter drückt diesen Zahlen so den Stempel auf, dass der Unterschied der Höhenlage der Beobachtungsorte verschwindet.

Gehen wir über zu den Intensitäten bei bedecktem Himmel. Wir trafen wie gesagt in der Wüste gerade einen dort so seltenen Regentag und zwar nicht mit dem dort üblichen Platzregen, sondern mit echt nordischem, zeitweiligem, feinem Regen. Dabei zeigte sich starke Dunkelheit trotz hohem Sonnenstand. Die Mittagsintensität betrug bei 62° Sh. nur *190*, eine Zahl, die in den längeren Be-

obachtungsreihen von Wien, Kremsmünster[1]) und Berninahospiz nur je 1–2mal unterboten wurde. Am selben 1. April betrug 10^h a. m. die Intensität gar nur *65* (bei h = 40°); diese Zahl ist in Wien und Berninahospiz überhaupt nie erreicht worden; in Kremsmünster in 5 Jahren einmal mit 42 unterboten.

Betrachten wir nun die Verhältnisse von diffusem und direktem Licht. Die Zerstreuung des Lichts durch die festen Teile in der Luft lassen ein Vorherrschen des diffusen Lichtes erwarten, die ziemlich beträchtliche Höhe von 1000 m ü. M. wirkt diesem entgegen. Leider haben Wiesner und Strakosch diese Lichtarten nicht gemessen; es wäre ein Vergleich mit Ägypten sehr interessant gewesen, wo der Wüstenfaktor ohne Beeinträchtigung durch den Höhenfaktor vorliegt.

Das direkte Licht erreichte die Stärke des diffusen mehreremal bei 28° Sh. und auch schon vorher, einmal war es aber noch bei 51° gleich stark (zum Vergleich: $I_d = I_s$ in Wien durchschnittlich bei 57°, Lissabon 51°, auf dem Meer an der marokkanischen Westküste 29°, auf dem Berninahospiz 16°). Wir haben also Ähnlichkeit mit den Verhältnissen auf dem Meeresniveau, doch ändert sich dies bei den höheren Sonnenständen. Auf dem Meere erreicht das direkte Licht nur ausnahmsweise den doppelten Wert des diffusen, hier aber meistens und zwar zwischen 46° und 59° Sh. und auch noch höhere Werte, so den 2½fachen (2. April 11^h 200 : 440 bei 59°; 12^h 220 : 500 bei 63°; 3. April 12^h 200 : 450 bei 63°), sogar den dreifachen in Aïn-Sefra am 5. April 11^h und 12^h 150 : 430 bei 59° und 63°.

Ein Mass für die gesamte Lichtmenge des Tages gibt die Lichtsumme. Roscoe hat eine einfache Integrationsmethode angegeben, um aus stündlichen Lichtmessungen die Lichtsumme zu berechnen: Es wird die Fläche berechnet, welche die Tageskurve der Lichtintensität mit der Abszissenachse bildet, auf der die Tagesstunden abgetragen sind. Vergleicht man diese Fläche mit einem Rechteck von der Grundlinie 24 (= der Zahl der Stunden des Tages) und der Höhe der Intensitätseinheit und setzt diese Rechteckfläche = 1000, so drückt der resultierende Bruchteil von 1000 die Lichtsumme aus. Im Mittel fand ich für die sonnigen Tage unseres Aufenthalts die Summe von *165*, ganz ähnlich Strakosch in Kairo 176 Anfang März 1908. Um dieselbe Zeit mass ich auf dem Ozean[2]) in derselben geographischen Breite durchschnittlich *370*, also mehr als das doppelte.

[1]) Schwab. Über das photochemische Klima von Kremsmünster. Wiener Denkschriften, Band 74 (1904).

[2]) Rübel. Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas der Canaren und des Ozeans. Lichtklimatische Studien, II. Abhandlung. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang 54 (1909).

Grosser Atlas. Djebel Mekter 2060 m.

Über die Lichtverhältnisse in diesem Gebirge lässt sich einiges von unserer Exkursion auf den Djebel Mekter ableiten. Vom Gipfel des Berges geniesst man eine wundervolle Rundsicht: die Wüste dehnt sich auf allen Seiten ins Unendliche wie ein Meer, daran ziehen sich einzelne Höhenzüge hin mit vorgelagerter Dünenlandschaft. Von hier aus ist der Staubgehalt der Luft direkt sichtbar. Wie ein leichter Nebel liegt es auf der Niederung, nicht weiss, sondern sandgelb, und man hat den Eindruck, diese sandige Luftschicht reiche gerade bis zum Gipfel des Berges und verliere sich nach oben dann rasch. Gegen die trockenen Hochebenen im Norden liegt Aïn-Sefra ganz offen da, im Süden lagert der grosse Querriegel des Djebel Mekter mit den Sanddünen davor. Im Tal scheint uns die Lage der Dünen unerklärlich, von hier oben ganz naturlich. Die sandigen Winde der Hochebene finden am Djebel Mekter Widerstand und lassen ihren Sand fallen, daher die grosse Trübheit der Luft gerade in den Dünen von Aïn-Sefra, die am 5. April bei vollem Sonnenschein und 63° Sh. die so geringe Lichtintensität von *580* verschuldete. Bei 40° Sh. war im Tal die Intensität nur 240, bei 1370 m stieg sie auf 410, auf dem Gipfel 2060 m bei 63° Sh. auf *1000*, also fast das doppelte der 580 unten. Vergleichen wir aber diese Zahl mit den Alpen, so erscheint sie immer noch klein. Auf dem Berninahospiz 2309 m haben wir bei S_4 und 60°—67° Sh. Intensitäten von 900—1800, im Mittel 1323.

Bemerkenswert ist, dass das direkte Licht 3½mal so stark war, als das diffuse: 780 : 220.

Die Intensitäten des Nachmittags waren viel höher als die des Vormittags. Dies scheint mir bemerkenswert als Stütze der oben dargelegten Dünenbildung. Die niedrigen Vormittagswerte stammen vom Aufstieg am Nordhang, wo die sandtrübe Luft anprallen soll, die höheren Werte des frühen Nachmittags hingegen vom Osthang, der windgeschützter ist.

Die Hochebene.

Zwischen dem kleinen und grossen Atlas dehnt sich von Tafaroua bis Mékalis in einer Breite von 140 km die Hochebene der Chotts 900—1300 m ü. M. In dieser Gegend erwies sich das Licht bedeutend stärker als in der Wüste, sehr ähnlich demjenigen auf dem Berggipfel des Atlas. Besonders in dem Verhältnis von direktem zu diffusem Licht zeigten die Zahlen der Hochebene alpine Verhältnisse. Schon bei 28° Sh. war das direkte Licht in den Chotts doppelt so

stark wie das diffuse und bei 51°, 59°, 63° wurde sogar der vierfache Wert erreicht, ein sehr hoher Wert in Anbetracht dessen, dass der Ort doch nur 1000 m ü. M. liegt.

Tellatlas.

Im Tellatlas treffen wir die feuchten Mittelmeerwinde. Die durch Regen gereinigte Luft lässt auch wieder mehr Licht durch und da wir uns in Tlemcen und Umgebung wie in La Glaciere-Chrea in beträchtlicher Höhe befinden, zeigen die Intensitätswerte grosse Ähnlichkeit mit denen aus alpiner Höhe. In der Tat liegen die Zahlen innerhalb der Variationsbreite bei gleichen Sonnenhöhen auf dem Berninahospiz und zwar teils in der Nähe der Mittelzahlen, teils aber in der Nähe der tiefsten. Auch das Verhältnis des direkten zum diffusen Licht ist sehr ähnlich. Bemerkenswert ist, dass auf dem Col de Chrea 1550 m bei 17° Sh. das direkte noch gleich hoch wie das diffuse war. In La Glaciere erreichte das direkte fast den dreifachen Wert des diffusen, das Gesamtlicht mit *1190* den höchsten Wert aller meiner Afrikamessungen. In der Hochebene von Terni bei Tlemcen fanden wir ähnliche Zahlen.

Zusammenfassung.

Wir haben gesehen, dass das Charakteristische der Wüste eine geringe chemische Lichtintensität ist, wohl hauptsächlich wegen der in der Luft suspendierten Staubteile, da das Licht nach reinigendem Regen auch bedeutend steigt. Das Gesamtlicht am Nordrand der Sahara zeigt trotz der Höhendifferenz grosse Übereinstimmung mit Ägypten. Die Höhenlage von Atlas und Wüste macht sich trotz der sandigen Atmosphäre doch sehr geltend in dem bedeutenden Anteil, den das direkte Licht nimmt. Die Zahlen des Atlas-Berggipfels sind doppelt so hoch als die der Wüste, reichen aber noch lange nicht an unser klares Alpenlicht.

V. Einstiger und jetziger Kulturzustand des Landes.

Wenn der Botaniker unmittelbar nach der Ausschiffung seine ersten Exkursionen auf algerischem Boden ausführt, so wird ihm in vielen Fällen eine arge Enttäuschung nicht erspart bleiben, hat er doch gehofft, ursprüngliches Naturland vorzufinden und sieht er sich nun inmitten eines intensiv bebauten Kulturgeländes. Von der indigenen Flora findet er zunächst wohl nur vereinzelte, dürftige Reste — hier am Strassenbord, dort auf einem felsigen Hügel, der sich riffartig aus der fruchtbaren Niederung erhebt — das ist alles!

Benützt man aber die Bahn und fährt etwa von Algier nach Oran, so sehen wir zwar schon gelegentlich ein Stück ursprünglichen Landes, doch diese im ersten Frühling farbenprächtigen Vegetationsbilder nehmen sich wie kurze Zwischenakte aus, nur zu rasch sind sie vorüber. Stundenlang begleitet uns bald wieder das saftige Grün meilenweit sich erstreckender, aufwachsender Saaten: an ihre Stelle treten im Hochsommer gelbe, kein Leben verratende Stoppelfelder, die aus der Ferne ausgedehnte Steppenländer vortäuschen. Und wo das Gelände sich zu einem unübersichtlichen Hügelland erhebt, da herrscht der Ölbaum und kleidet die ganze Landschaft in ein düsteres Graugrün, aus dem hin und wieder eine halbzerfallene Ortschaft mit einer Fülle malerischer Motive herübergrüsst. Vielfach wird das Land auch von Bewässerungsanlagen durchzogen. Im Gebirge gibt es noch Wälder verschiedener Holzarten, aber auch sie haben ihren jungfräulichen Charakter mehr oder weniger eingebüsst, stehen sie doch grösstenteils unter Kontrolle, wie sich schon aus dem Vorhandensein solid gebauter, zuweilen beinahe an kleine Festungen erinnernde Wohnungen der Forstbeamten ergibt (Tafel VII).

So drängt sich dem Wanderer die Überzeugung auf, dass seit der Besitzergreifung des Landes durch die Franzosen (Fall vor Algier 14. Juni 1830), eine tiefgreifende Wandlung der algerischen Landschaft vollzogen haben muss, und damit erwacht wohl auch der Wunsch, einen Einblick in den ursprünglichen, vor der zivilisatorischen Arbeit Frankreichs herrschenden Landschaftscharakter Algeriens zu erhalten.

Damals war das Land viel weniger dicht bevölkert als heutzutage. Die Bewohner der Küstenorte ernährten sich von Fischfang und Piratentum, daneben wurde in ausgedehntem Masstab Viehzucht getrieben. Sesshafte Völker und Nomaden lebten mit einander in beständigem Kleinkrieg, heftige Fehden der Stämme um die vorherrschende Stellung liessen das Land nie zur Ruhe kommen. Feldbau fehlte natürlich nicht, doch war er auf die unmittelbare Nachbarschaft der Ortschaften beschränkt; eine weitere Ausdehnung gestatteten schon die unruhigen Zeiten nicht, auch war das Bedürfnis nach Massenproduktion nicht vorhanden, denn die Feldfrüchte dienten nur dem Eigenbedarf oder wurden höchstens von Stamm zu Stamm verhandelt.

Will man sich ein Bild davon machen, wie zu jener Zeit das jetzige französische Nordafrika ausgesehen haben mag, so kann uns das benachbarte Marokko, speziell das Rif wertvolle Anhaltspunkte liefern. So wird es möglich sein, die Landschaftsbilder, wie sie vor bald hundert Jahren in Algerien geherrscht haben mögen, wieder vor unserem geistigen Auge erstehen zu lassen.

Bis in die jüngste Zeit ist aber das Rif ein vollständig verschlossenes Land geblieben. Erst vor wenigen Monaten hat der in mohammedanischen Landen viel gereiste Otto C. Artbauer[1] die erste Kunde von der Heimat der Rifpiraten gebracht. Ihm verdanken wir auch eine kurze Schilderung der Vegetation dieses so überaus merkwürdigen Landes. Mit einigen Abkürzungen folgen wir seinen Ausführungen: Mittelmeerischer Reichtum der Pflanzenwelt trägt im Rif sehr dazu bei, demselben ein eigenartiges Gepräge zu verleihen. Keine treffendere Kennzeichnung wüsste ich für dieses Gebiet als „Atlassische Schweiz". Die verschiedene Lage der Täler und Hänge lässt alle Früchte und Kornarten ohne Dünger reifen, zwei- und dreimal erntet der Landmann. Grüne Matten und Triften in üppiger Fülle, ewiges Grün bis hoch hinauf und ein überaus reicher Wechsel der Pflanzendecke wie der Baumwelt ist bezeichnend. Das Rif hat ein glücklicheres Los gezogen, als die übrigen Länder des Islams: künstliche Wasserzufuhr ist nirgends nötig. Jedes Tal hat unversiegbare Wasseradern, jedes Dorf besitzt Brunnen.[2])

Tamarisken und Zwergpalmengestrüpp, Ginsterbüsche und duftender Retam sind Bestandteile der im Herbst in Brand gesetzten Krautsteppen. Judendorn wächst an flachen heissen Strandpartien. In feuchten Niederungen viel gesucht ist der Sbil (Salbei ?), welcher zu Heilzwecken Verwendung findet. Um die Salzseen erscheint deren spärliche Vegetation. Zahlreiche steifhaarige Ziegen weiden in den Macchien. In den westlichen Teilen des Landes dehnen sich grosse Ebenen mit schönstem Halfagras aus, ebenbürtig jenem, das von der Société franco-algeriénne auf algerischem Boden gehegt und gepflegt werden muss.

Alle das Rif durchschneidenden Täler sind mit Oleandergebüschen bedeckt. Wenn sie ihre roten Blüten entfalten, gleichen die Talböden brennenden Bächen. Tiefer landein stocken dichte Korkeichenwälder, dichter als die berühmten von Mamura an der Westküste, doch die Korkschätze bleiben ebenso ungenützt wie der reiche Fruchtertrag. Zedern, deren majestätische Schönheit freilich nicht die der Libanonzedern erreicht, bedecken die Berge. Eichengestrüppe finden sich noch bei 1500 m. Von ihren Früchten leben nicht nur die Tiere, ärmere Stämme sammeln die Eicheln und backen aus deren Mahlprodukt derbes Brot. Um Ortschaften, Gärten und Felder bilden riesige, fleischige Kakteen undurchdringliche Schutzwälle.

[1]) O. C. Artbauer. Die Rifpiraten und ihre Heimat, Strecker und Schröder, Stuttgart 1911 mit 34 Tafeln, 4 Textfiguren und 6 Plänen usw.

[2]) Etwas ähnliches haben wir in Algerien einzig bei den „Cascades" von Tlemcen in der Nähe der marokkanischen Grenze gesehen.

Entsprechend der östlicheren, regenärmeren Lage ist im Tellatlas Algeriens der Wasserreichtum viel geringer. Zahlreiche einst Wasser spendende Quellen und Bäche mögen aber auch infolge der starken Entwaldung seither versiegt sein. Sonst aber werden einst in Algerien ähnliche Verhältnisse geherrscht haben: in den Niederungen ausgedehnte Steppen, Garigues und Felsfluren, in günstigen Lagen auch Macchien, die sich zum Teil bis heute als Unterholz von Wäldern erhalten haben, seltener bilden sie selbständige Vergesellschaftungen. Die Vorberge und das Gebirge waren besser und dichter bewaldet. Als bestandbildende Holzarten traten auf: die Aleppokiefer (*Pinus halepensis* Mill.), die Korkeiche (*Quercus suber* L.), Steineiche (*Q. Ilex* L. var. *Ballota* Desf.) und die Zeder (*Cedrus Libani* Barr. v. *atlantica* Mannetti); im westlichen Grenzgebiet auch die für den Atlas endemische *Callitris quadrivalvis* Vent.

Der gesteigerte Rückgang der algerischen Wälder seit der Eroberung durch die Franzosen ist eine unbestreitbare Tatsache (Lefebvre, Battandier und Trabut). Die Araber wurden durch die Kolonisten in die noch gut bewaldeten Berge gedrängt und ihnen der Wald als Weide überlassen; sie vermehrten ihre Herden, fügten zum Schafe die noch verderblichere Ziege, und was dem Zahne des Viehes entging, das zerstörte das Feuer, fahrlässig oder böswillig entfacht. Von 1875—1897, also in 22 Jahren, sind nach Lefebvre 900,000 Hektaren Wald dem Feuer zum Opfer gefallen, d. h. beinahe die Hälfte aller staatlichen und privaten Wälder des Tell. Von 1893 bis 1897 durchlief das Feuer jährlich im Mittel 55,000 Hektaren gegenüber 20,000 vor 1873, als Algier noch unter Militärherrschaft war. Immerhin bessert sich die Sache: 1898 und 1899 sank die Fläche unter 12,000 Hektaren. Ausser der Weide und dem Feuer wirken als weitere waldzerstörende Faktoren mit: die Rodungen zum Zwecke der Bebauung, der Raubbau auf Holz und Kohle, auf Gerberinde und Schneitelfutter: 1,375,000 Hektaren der Wälder des Tell sind mit solchen Servituten belastet. Die Kolonialregierung tut aber ihr Mögliches, um diesen Zustand der Dinge zu verbessern.

Von all den ursprünglichen Vergesellschaftungen sind mehr oder weniger ausgedehnte Reste erhalten geblieben. Besonders wenn man sich von den grossen Verkehrslinien entfernt, wird man, selbst im Litoralgebiet Algeriens, immer noch manchem ursprünglichen Vegetationsbild begegnen. Im Hochland und im nördlichen Randgebiet der Sahara hat sich dagegen der Einfluss der französischen Kultur noch verhältnismässig wenig bemerkbar gemacht: er beschränkt sich auf zwei Bahnlinien, einige wichtige, das weite Land durchziehende Strassenzüge, vereinzelte grössere Niederlassungen mit mehr oder

weniger zahlreichen europäischen Anklängen und auf die Anlage artesischer Brunnen. Das Kulturland besitzt in diesen Landesteilen ausgesprochenen Oasencharakter. Seit der Okkupation hat es im Binnenland nur wenig zugenommen, dagegen ist die Halfasteppe im Bereich der grossen Verkehrsadern entschieden im Rückgang begriffen. Mitten im Steppenwüstengebiet sind endlich durch zweckmässige Bewässerungsanlagen einige vielversprechende neue Kulturzentren geschaffen worden.

Aus eigener Anschauung haben wir die meisten dieser Formationen kennen gelernt. So sind in buntem Wechsel recht verschiedenartige Kultur- und Naturbilder an uns vorübergezogen. Unsere Aufgabe wird es nun sein, hauptsächlich an Hand unserer Exkursionsberichte Einblicke in den Vegetationscharakter und die Bewirtschaftungsverhältnisse des Landes zu geben.

VI. Litoralgebiet und Tellatlas.

Indem unsere Wanderungen in den Küstenlandschaften beginnen, um von ihnen aus allmählich in das Innere des Landes vorzudringen, bezwecken wir, die Darstellung zu einem pflanzengeographischen Profil West-Algeriens auszubauen.

1. Djebel Murdjadjo bei Oran.

(Tafel Ia, II und III.)

Die Stadt Oran wird im Westen von dem langgestreckten, tafelbergartigen Djebel Murdjadjo beherrscht. Der Unterbau dieses ostnordöstlich streichenden, etwa 20 km langen Gebirgszuges besteht aus Miocän, die Decke dagegen aus hellgrauen Kalken der Juraformation, insbesondere aus Lias und Oxfordien. Auf der geologischen Karte wird der westlichste Teil als möglicherweise der Silurformation angehörig verzeichnet.

Hat man von Oran die Kubba Sidi-Abd-el-Kader-el-Djilani (415 m) und damit die Hochfläche erreicht, so steigt das Plateau nur noch ganz allmählich an, um im äussersten Westen, bei Ben-Sabiha, mit 589 m die höchste Höhe zu erreichen. Die leicht verwitterbaren tertiären Schichten werden auf der Südseite des Berges von einer grossen Menge nur periodisch wasserführender, mehr oder weniger tief eingeschnittener Runsen durchzogen. Alle Abhänge sind mit Nadelwald, immergrünem Gebüsch und Garigues bekleidet, nur ausnahmsweise tritt der nackte Boden zutage.

Als letzter Ausläufer des Djebel Murdjadjo erhebt sich, unmittelbar über dem Hafen von Oran, der M^te Sta Cruz (372 m). Er wird gekrönt

von einem malerischen, altspanischen Kastell (Bauperiode 1698—1708). Unter demselben steht auf einem zweiten Felsvorsprung eine schmucke, weithin sichtbare Wallfahrtskirche (312 m).

Der Djebel Murdjadjo, hauptsächlich aber der Ausflug über den M[te] S[ta] Cruz zum Marabut gehören sowohl landschaftlich als botanisch zu den empfehlenswertesten Exkursionen der Umgebung von Oran. Besonders nach den Frühjahrsregen ist die Flora sehr reich und aussergewöhnlich mannigfaltig. Schon F. Doumergue und Ch. Flahault haben durch ihre Berichte die Aufmerksamkeit der Botaniker auf diese Lokalität gelenkt. Trotzdem ausgiebige Regengüsse erst später, während unserer Reise nach dem südlichen Oranais, erfolgt sind, waren wir doch von unserer botanischen Ausbeute sehr befriedigt.

Die Vegetation verdient nach verschiedenen Richtungen unsere Aufmerksamkeit. Folgende Punkte seien hervorgehoben:

1. Der ausgedehnte Wald von Seestrandföhren (*Pinus halepensis* Mill.), der einen grossen Teil des Südostabhanges des Berges, hauptsächlich auf Glanzschiefer bekleidet. (Tafel II.) Das «Bois des Planteurs» ist aber nicht ursprüngliches Waldland, es verdankt seine Entstehung ganz den Bemühungen der Forstverwaltung. Von Zeit zu Zeit wird es von Feuerschutzstreifen durchzogen, die bei einem allfälligen Brande eine grössere Ausdehnung des Feuerherdes verhindern sollen. Bei der in ihnen stellenweise zu starker Entwicklung gelangten Hartlaubgehölzen dürften sie jedoch im Ernstfalle dieser Aufgabe kaum gerecht werden. Macchien- und Garriguespflanzen bilden ein ziemlich reichhaltiges Unterholz. Die wichtigsten Arten sind:

Chamaerops humilis L.
Cistus monspeliensis L.
Helianthemum lavandulaefolium DC.
H. pilosum, Pers. v. *pergamaceum* Pomel.
H. virgatum Desf.
Fumana glutinosa Boiss.
F. laevipes Spach
Lavatera maritima L.
Pistacia Lentiscus L.
Genista atlantica Spach
G. cephalantha Spach
Calycotome spinosa Lamarck
C. intermedia Lamarck
Withania frutescens Pauquy[1])
Prasium majus L.
Lavandula dentata L.
L. multifida L.
Rosmarinus officinalis, L. v. *prostratus*.
Micromeria inodora Benth.
Phagnalon saxatile Coss.
Zollikoferia spinosa Boiss., und als Liane *Smilax aspera* L.

[1]) Nach gütiger Mitteilung von Prof. C. Hartwich enthalten die Blätter 0,073 % Alkaloid, welches wie Atropin die Vitalische Reaktion gibt. Ein vielleicht ähnliches Alkaloid, das aber nicht mydriatisch wirkt, ist in Withania flexuosa Hassk. nachgewiesen. (Amer. Drugg. 1886 S. 961.)

Von Gramineen haben wir notiert:

Andropogon hirtus L.
Bromus rubens L.
Lamarckia aurea L.
Poa bulbosa L.
Scleropoa rigida L.

ferner die beiden Steppengräser:

Lygeum Spartum L. und *Stipa parviflora* Desf.,

sowie die grossen Büschel des ausserordentlich xerophytisch gebauten „Diss." (*Ampelodesmos tenax* [Vahl] Link), einer Pflanze, die nach ihrer Hauptverbreitung als südwestmediterran zu bezeichnen ist, doch fehlt sie dem äussersten Westen der iberischen Halbinsel fast ganz. In den Atlasländern gehört sie hauptsächlich der Bergstufe an, östlich geht sie bis Sizilien, Süditalien, Dalmatien; sie findet sich auch auf Sardinien, Elba, an der Riviera und ist auf Mallorka geradezu als Leitpflanze der montanen Landschaften zu bezeichnen. In Katalonien wird sie nur noch vereinzelt angetroffen. — Sie ist ein gefährlicher Feind des Waldes, in den sie nach Lichtung leicht eindringt («forêt indissée»), und wo sie dem Feuer besonders gute Nahrung gewährt; durch Beweiden ist ihr nicht beizukommen, da die Schafe sie nicht berühren (Mathey).

Von weiteren Monokotyledonen, Gnetaceen und Pteridophyten kommen vor:

Ceterach officinarum Willd.
Notholaena Vellae Desfaux
Ephedra altissima Desf.
Arisarum simorrhinum Dur.
Asphodelus microcarpus Viv.
Muscari comosum Mill.
Iris Sisyrinchium L.
Gladiolus byzantinus Mill.
Ophrys Scolopax Cav.
O. Speculum Cav.

Die Kleinsträucher und Stauden sind vertreten durch:

Alyssum maritimum L.
Brassica fruticulosa Cyr.
Erodium guttatum L'Hér.
Fagonia cretica L.
Ruta chalepensis L.
Lotus collinus Murbeck
Hedysarum capitatum Desf.
H. pallidum Desf.
Ferula communis L.
Eryngium tricuspidatum Desf.
Umbilicus horizontalis Guss.
Euphorbia serrata L.
Anagallis linifolia L.
Convolvulus althaeoides L.
C. lineatus L.
Orobanche Spartii Vauch. auf *Calycotome spinosa* Lam.
O. fœtida Poiret auf *C. intermedia* Lam.
Plantago serraria L.
Bellis silvestris L.
Calendula suffruticosa Vahl.
Asteriscus maritimus Mönch
Catananche cœrulea L.
Helminthia aculeata Sch.
Hyoseris radiata L.

Recht gross ist endlich noch die Arten- (32 %) und Individuenzahl der vergänglichen Therophyten.

Silene rubella L.
Carrichtera Vellae DC.
Diplotaxis virgata DC.
Erodium malacoides L'Hérit.
Ononis ornithopodioides L.
O. reclinata L.
Melilotus sulcata Desf.
Tetragonolobus purpureus Mönch
Anthyllis tetraphylla L.
Vicia lutea L.
V. sativa L.
Lathyrus articulatus L.
Coronilla scorpioides L.
Hippocrepis ciliata Willd.
Aizoon hispanicum L.
Cynoglossum pictum Ait.
Echium confusum Coincy
Nonnea nigricans Desf.
Plantago Psyllium L.
Centranthus Calcitrapa L.
Fedia caput bovis Pomel.
Campanula Erinus L.
Centaurea napifolia L.
Rhagadiolus stellatus Willd.
Hedypnois polymorpha DC.
Hyoseris scabra L.

Ch. Flahault hat darauf hingewiesen, dass unmittelbar neben kalkholden Arten, wie *Lavatera maritima* (Tafel 1a) und *Calycotome intermedia*, die kalkmeidende *C. spinosa* auftritt; ein mehrfacher Wechsel von Kalkbänken und kalkarmen, leicht verwitterbaren Schiefern macht die Vergesellschaftung dieser zwei sich sonst gegenseitig ausschliessenden Florenbestandteile verständlich.

2. Der Gegensatz im Vegetationscharakter zwischen Nord- und Südseite. Grössere Feuchtigkeit, tiefgründigerer Boden sind für die dem Meer zugekehrten Abhänge bezeichnend, die felsigen Stellen sind während eines kleineren Teiles des Tages besonnt. Umgekehrt ist die Südseite durch gewaltige Insolation, durch trockenfelsige Bodenbeschaffenheit ausgezeichnet und zudem zeitweise direkt den warmen, aus dem Innern wehenden Wüstenwinden (Scirocco) ausgesetzt. Der Unterschied in der Vegetation ist demnach recht auffallend: hier lichter Föhrenwald mit dürftiger, ausgesprochen xerophytischer Begleitflora, daneben erscheinen dürre, sehr offene Felsfluren und mehr oder weniger reiche Garigues; dort dagegen bedecken dichte Gebüsche und hochwüchsige Staudenfluren die gegen das Meer abfallende Trümmerhalde, während in den dunkle Humuserde führenden Klüften der Felswände sich in schattigen Lagen zarte, zierliche Felspflanzen angesiedelt haben. An solchen Stellen sammelt man: *Poterium ancistroides* Desf., *Saxifraga globulifera* Desf., den Typus und die var. *spathulatha* Desf., *Campanula mollis* L., *Teucrium flavum* L., *Bellis silvestris* L. v. *atlantica* Reut et Boiss., und im Gebüsch klimmt die Schmerwurz *(Tamus communis* L.). Von Ch. Flahault wird von dieser Stelle auch der sonst der Bergstufe angehörige *Dianthus longi-*

caulis Tenore angegeben: dasselbe gilt für den hier auch vertretenen *Ranunculus rupestris* Guss.

3. Die Küstennähe einiger Charakterpflanzen der Wüstensteppen der inneren Hochflächen. *Zollikoferia spinosa* Boiss., *Lygeum Spartum* L. und *Stipa parviflora* Desf. sind bereits erwähnt worden. Aber auch das Halfagras (*Stipa tenacissima* L.) erreicht hier und an anderen Orten der Provinz Oran das Küstengebiet, während es in den Provinzen Algier und Konstantine erst südlich einer Linie auftritt, die von Teniet-el-Had über Aumale zu den nördlichen Vorbergen des Aurèsgebirges verläuft. Im Küstengebiet besiedelt das Halfa die allertrockensten Stellen. In dessen Gesellschaft findet sich an dem nach Süden gerichteten Plateaurand des M[te] S[ta] Cruz (420 m) die seltsame, kaktoide, endemische Asclepiadacee *Boucerosia Munbyana* Decaisne. Die Pflanze trägt an den Kanten ihres viereckigen, fleischigen Stengels kleine, schuppenförmig verkümmerte Blättchen, die ebenfalls sukkulenten Blütchen besitzen eine eigentümlich schwärzliche Korolle. Das Genus gehört dem nordafrikanisch-indischen Wüstengürtel an und ist besonders in Arabien-Ostindien und am Kap entwickelt; eine zweite Spezies, *B. maroccana* Hook. f., wurde in Marokko nachgewiesen. Die nächstverwandte Gattung *Apteranthes* (*A. Gussoneana* Mikan) ist im Sahara-Atlas zu Hause, wird aber auch noch in Süd-Spanien und von der Insel Lampedusa angegeben. Die beiden Genera gehören in den Verwandtschaftskreis der Gattung *Stapelia*, die mit 70—80 Arten ihr Massenzentrum in der Karoo von Süd-Afrika hat.

4. Sehr artenreiche Garigues beanspruchen grosse Flächen, sei es auf dem Osthang, sei es auf der Hochfläche selbst, wo im August 1895 der auch dort vorhandene Pinuswald durch Feuer zerstört wurde. Nach der Ansicht von Mathey war die ursprüngliche Vegetation des M[te] Murdjadjo ein Buschwald mit vorherrschender Callitris, von der noch dürftige Reste anzutreffen sind. Der Boden ist steinig-felsig, stellenweise von den Atmosphärilien mehr oder weniger karrenfeldartig zerteilt. Dazwischen liegt etwas rote Erde. Das spärliche Wasser sickert sofort in die Tiefe, so dass bereits zur Zeit unseres Besuches (29. März) der Boden bei der täglichen intensiven Insolation oberflächlich steinhart und zum Teil von Trockenrissen durchzogen war. Daher ist die Vegetation immer mehr oder weniger offen, die etwas feuchteren Stellen tragen z. Z. eine in voller Blüte stehende Garigue, die meistens nur Kniehöhe, ausnahmsweise auch halbe Mannshöhe erreicht. Mit zunehmender Trockenheit der Lage kann man alle Übergänge bis zur typischen Felsenheide verfolgen. Die Zahl der Arten ist verhältnismässig klein, es sind meistens

immergrüne Kleinsträucher, Sklerophyllen, Ruten-, Filzpflanzen und Stachelbüsche.

Unter den Dornsträuchern fällt besonders die kalkholde *Calycotome intermedia* DC. durch ihre Häufigkeit auf, sie nimmt nicht selten Halbkugelform an. Ich habe ein Exemplar gemessen von 60 cm Höhe und 125 cm im Durchmesser. Die sparrig abstehenden Zweige sind fein anliegend behaart. Kelchzerteiler (*Calycotome*) heisst sie, weil bei der Blütenentfaltung der obere Teil des Kelches, wie das Mützchen (*Calyptra*) einer Mooskapsel abgehoben wird. Sie ist, wie die ebenfalls vorhandene kalcifuge *C. spinosa* Lam. über und über mit goldgelben Blüten bedeckt. Auch der stark bewehrte *Ulex africanus* Webb prangt in seinem goldgelben Blütenschmuck. Ebenso unnahbar sind zwei Spargelarten: *Asparagus albus* L. mit weisslichen, wie mit Gips bemalten Stengeln und *A. horridus* L. von rutenartigem Aussehen. Beide tragen nur verkümmerte Schuppenblättchen. Bei der weissen Spargel entspringen aus deren Achseln Büschel derb-linealer Kladodien, das sind blattähnliche Zweiglein. Bewehrt sind auch einige Ginster, die jedoch noch nicht in Blüte stehen. *G. cephalantha* Spach entwickelt rundliche, fünf- bis zwölfzählige Blütenköpfchen, indessen die im oberen Teil wollhaarige *G. erioclada* Spach dichte kurze Blütentrauben entwickelt und meist lange, verzweigte Dornen aufweist.

Aber auch noch Arten von anderen Gruppen neigen mehr oder weniger zur Verholzung und zur Verdornung ihrer Äste, so *Pistacia Lentiscus* L., ein Sklerophyt mit paarig gefiederten Blättern, ferner *Rhamnus oleoides* L., so benannt, weil seine Blätter einigermassen an die des Oleasters erinnern; es ist ein knorriger Kleinstrauch mit dem Boden meist angepresstem, in Dornen endendem Geäst. Dort erhebt sich bis zu 2 m Höhe eine holzige Solanacee, die *Withania frutescens* Pauq. mit weisslichen, einen Korkmantel tragenden Ästen. Die nickenden, grünlichen Blüten entspringen einzeln oder zu zwei bis drei aus den Achseln der rundlich-herzförmigen, glänzenden Blätter. Auch *Daphne Gnidium* L. fehlt nicht.

Eine wichtige Leitpflanze dieser Garigues bilden die Gestrüppe der Kermes-Eiche (*Quercus coccifera* L.) (Tafel II), mit ihren ovalen bis länglichen, derb lederigen, meist dornig gezähnten Blättern. *Quercus Ilex* L. ist dagegen nur spärlich vertreten. In dichten Büscheln sieht man überall die sparrig-steifen, mehr oder weniger vertikal gestellten Fächerblätter der Zwergpalme (*Chamaerops humilis* L.) (Tafel III) zwischen dem Gesträuch sich Durchgang verschaffen. Da hier in nächster Nähe der Stadt die Blätter immer wieder abgeschnitten werden, so kommt es kaum zur Stammbildung. Dazu gesellen sich einige Cistrosen; der drüsige, schmalblätterige *Cistus monspeliensis* L. (Tafel II)

ist über und über mit Knospen bedeckt und entwickelt in ununterbrochener Folge seine schneeweissen, nur zu rasch verflatternden Eintagsblüten; daneben steht der rotblütige, stark verzweigte *C. heterophyllus* Desf., der öfters auf grösseren Strecken, besonders auf der Hochfläche herrscht und zur Zeit in vollster Blüte steht; auch *C. salviifolius* L. und *C. Munbyi* Pomel fehlen nicht. Auf den Wurzeln der Cistrosen und Helianthemum-Arten schmarotzt gelegentlich *Cytinus Hypocistis* L. Die jungen, soeben die Erdkruste durchbrechenden Inflorescenzen nehmen sich wie leuchtend rot gefärbte Ostereier aus. Immer wieder begegnet man zwei Lavendelarten: *Lavandula dentata* L. (Tafel Ia und III) mit eingeschnitten gezähnten Blättern und *L. multifida* L., deren Laubblätter mehrfach fiederteilig sind. Aus dem unmittelbar über dem Boden buschig zusammengedrängten Laubwerk erheben sich auf langen Stengeln triumphierend die dicken, blauen Blütenähren. Spärlicher vertreten ist *L. Stoechas* L. Der verholzte Labiatenbusch *Prasium majus* L. prunkt mit einer Unzahl blendend weisser Blüten; auch *Thymus Munbyanus* Boiss. et Reut. und *Micromeria inodora* Benth. sind reichlich vorhanden.

Rhamnus Alaternus L. macht sich durch sein glänzend-grünes, lorbeerartiges Laub bemerkbar und die spärlich vorhandene *Osyris lanceolata* Hochst. et Steud. durch ihre aufgerichteten, lederigen, lanzettlichen Blätter und ihre rutenartigen Zweige. Auch *Genista umbellata* Desf. ist ein Besenstrauch mit stark verlängerten Rutenästen; ebenso sind *Ephedra fragilis* Desf. und *E. altissima* Desf. diesem biologischen Typus zuzuzählen. Der Rosmarin ist auf den dürrsten Stellen der Hochfläche in einer eigenartig niederliegenden, dem Boden angepressten Form (*Rosmarinus officinalis* L. v. *prostratus* = *R. laxiflorus* De Noé) entwickelt; nach den Erfahrungen von L. Trabut erhält sich diese Abart in der Kultur unverändert. Ausserordentlich reichlich tritt endlich *Lavatera maritima* Gouan auf, über den weissfilzigen Blättern prangen in grosser Zahl die grossen, rötlichvioletten Blüten. Vereinzelt haben wir auch *Coronilla glauca* L. angetroffen. *Ruscus hypophyllum* L. ist etwas häufiger. Spärlich ist die mehr dem Innern des Landes angehörige endemische *Callitris quadrivalis* Vent. (Tafel V) vertreten.

Doch das Vegetationsbild ist noch weit davon entfernt, vollständig zu sein. Veränderte Bodenbeschaffenheit macht sich sofort in der Pflanzendecke bemerkbar.

Im Geröllschutt haben sich einige Hochstauden angesiedelt: ausdauernde Riesenumbelliferen, die eine Höhe bis zu drei Metern erreichen, sind die tonangebenden Gestalten. Dort steht die gelbblühende *Ferula communis* L. (Tafel III) mit bis 4 cm dicken Stengeln und

grossen fiederspaltigen Blättern; deren Abschnitte sind sehr stark lineal verlängert. Bedeutend kleinere Dimensionen zeigt die *Ferula tingitana* L. mit ihren glänzenden, eingeschnitten gezähnten Blättern; dazu gesellen sich *Kundmannia sicula* DC. mit kahlem, glänzendem Laub und mehr oder weniger rundlichen, gezähnten Abschnitten; *Athamanta sicula* L. ist in allen Teilen kurz wollig bekleidet, ihre stattlich weissen Blütendolden schweben über dem wie Wasserblätter fein zerteilten Laubwerk. Dazwischen erhebt sich zuweilen der Asphodill (*Asphodelus microcarpus* Viv.) oder eine Distel (*Galactites tomentosa* Mönch). Die üppigen Hochstauden wollen zur übrigen Gesellschaft nicht recht passen, in ihrem Auftreten sind sie auch durchaus lokalisiert, besonders auf die feuchtere Nord- und Nordostseite und auf diejenigen Stellen, wo zwischen den Steinblöcken der Boden etwas tiefgründiger ist und länger feucht bleibt.

Wo dagegen umgekehrt der Boden trockener oder steiniger ist, da rücken die Gebüsche auseinander; so entsteht Raum für eine sehr mannigfaltige Begleitflora, die sich teils aus Arten aufbaut, die das ganze Jahr zu grünen vermögen, teils aus Typen, die nur ein periodisch und oft recht ephemeres oberirdisches Dasein führen. Zu der ersten Gruppe gehören zunächst einige xerophytische Gräser. Eine führende Rolle beansprucht das glauke, starre *Brachypodium ramosum* (L.) Roem et Schult., es ragt überall zwischen den Steinen und aus den durchlöcherten Kalkblöcken hervor und vermag selbst im Gebüsch emporzuglimmen. Die grossen derben Blattbüschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link (Tafel III) machen sich schon aus grösserer Entfernung bemerkbar. Auch *Avena barbata* Brot., *Dactylis glomerata* L. v. *hispanica* Rchb., *Festuca coerulescens* Desf. sind rasenbildend. Gross ist die Zahl der Halbsträucher, die selten über Fusshöhe erreichen und nur in ihrem unteren Teil verholzt sind. Die Zweige schmiegen sich öfters spalierartig dem Boden an, so bei *Fagonia cretica* L., *Asteriscus maritimus* Mönch und *Viola arborescens* L. Prachtvolle, scharlachrote Teppiche breitet *Anagallis linifolia* L. aus. Unscheinbarere Erscheinungen sind *Atriplex parvifolius* Lowe, *Euphorbia Bivonae* Steud., *Parietaria officinalis* L., *Spergularia media* Pers., *Sonchus tenerrimus* L., *Seriola laevigata* Desf. v. *pinnatifida* Doum. u. *Rumex thyrsoides* Desf. *Hedysarum capitatum* Desf. färbt oft ganze Abhänge intensiv blutrot und entwickelt nach der Anthese zierlich stachelartig bewehrte Gliederhülsen. Weniger auffällig, obwohl grösser, ist dagegen *H. pallidum* Desf.[1]) Das kleine, aschgraue *Helianthemum virgatum* Desf. entwickelt

[1]) Mathey (Un coin de l'Oranais, Annales s. l. sc. agrar. Nancy 1909, Seite 166) sagt von *Hedysarum capitatum* Desf.: „Diese Pflanze ist von einer unglaublichen Zähigkeit; sie breitet sich mit grosser Schnelligkeit auf dem festesten,

rosarote Blüten. *H. lavandulaefolium* DC. ist uns mit seinen knäuelig gehäuften, lebhaft gelb gefärbten Blüten bereits aus der spanischen Litoralsteppe bekannt. *Bupleurum gibraltaricum* Lam. ist mit zahlreichen steifen, besenartigen Trieben und glauken, im obern Teil schuppenartigen Blättern versehen: *Bupleurum fruticescens* L. tritt in der gedrungeneren v. *Balansae* Boiss. et Reut. auf. Von weiteren Arten seien noch erwähnt: *Antirrhinum majus* L., *Centaurea pubescens* Willd., *Ajuga Iva* L. v. *pseudo-Iva* Rob. et Cast., *Alsine procumbens* Fenzl, *Jasminum fruticans* L., *Ballota hirsuta* Benth., die endemische, schneeweisse *Calamintha candidissima* Munby, *Teucrium Polium* L., *T. flavum* L. und *T. pseudo-chamaepitys* L., ferner *Phagnalon rupestre* DC., *Ph. sordidum* DC. und *Ph. saxatile* Cass., sowie die sehr dekorative *Calendula suffruticosa* Vahl, der steif silberig-seidenhaarige *Convolvulus lineatus* L. mit seinen zierlich rosaroten Blüten, und die schwefelgelb-blütige *Lotononis lupinifolia* Pomel. Rosettenpflanze ist *Rhaponticum acaule* DC. Die Wurzelparasiten sind vertreten durch *Phelipaea violacea* Desf. Lianenartige Neigungen hat *Aristolochia baetica* L.

Im Frühjahr bereichert sich die Flora des M^te^ Sta Cruz jedoch noch durch einen starken Zuzug von Gewächsen, die alle ein mehr oder weniger ephemeres Dasein führen. Der steinharte Boden ist ein eigentliches Reservoir von Keimen der verschiedensten Art: Zwiebeln, Rhizome, Wurzel- und Stengelknollen, Samen; alle warten nur auf den befruchtenden Regen, um dann wie durch Zauberschlag dem sonst steinig-dürren Boden zu entspriessen. Zum Teil besitzen diese Arten farbenprächtige Blüten, saftige Triebe, die in einem auffallenden Kontrast zu ihrer Umgebung stehen. Bleibt der Regen aus, so ist die Flora kaum zu erkennen, viele Arten erscheinen dann nur in dürftigen Kümmergestalten, andere fehlen ganz. Die Zahl dieser vergänglichen Arten ist recht gross. Hieher gehören:

a) Zwiebelpflanzen:

Allium roseum L.	*Merendera filifolia* Camb.
Bellevalia dubia Kunth	*Muscari comosum* (L.) Mill.
Dipcadi serotinum Medicus	*Ornithogalum umbellatum* L. v. *algeriense* Jord.
Fritillaria oranensis Pomel	*Scilla peruviana* L.
Gagea foliosa Roem. et Sch.	*Tulipa Celsiana* Red.
Gladiolus byzantinus Mill.	

[illegible] Boden aus. Im F[illegible] [illegible]. Zur Befesti-gung von Schutthalden auf Schiefer ist sie unvergleichlich, und als Futterpflanze hat sie eine grosse Zukunft". Frisch wird sie zwar gemieden, aber als Heu namentlich von Pferd und Grossvieh begierig gefressen.

b) Pflanzen mit Wurzelknollen:

Asphodelus microcarpus Viv. mit üppigen, saftig grünen Blattbüscheln (Tafel III).

A. tenuifolius DC., gewissermassen eine zwerghafte Wiederholung der vorigen Art.

A. acaulis Desf. hat zart rosarot angehauchte, in der Mitte einer Blattrosette der Erde aufsitzende Einzelblüten; die Früchte reifen im Boden.

Phalangium algeriense Boiss. et Reut., erinnert an unsere Graslilien.

Ophrys bombyliflora Link

O. fusca Link

O. lutea Cav.

O. Scolopax Cav.

O. Speculum Cav.

O. tenthredinifera Willd.

Orchis papilionaceus L.

c) Therophyten. Nach Artenzahl (117 Spezies) und Individuenreichtum spielen die Therophyten im ersten Frühjahr eine sehr bedeutungsvolle Rolle. Diejenigen Arten, die keinerlei xerophytische Anpassungen zeigen, verschwinden bei eintretender Trockenheit zuerst. Andere Typen sind mehr oder weniger behaart bis weissfilzig (*); je nach der Ausgestaltung ihres Induments oder sonstiger xerophytischer Anpassungsmerkmale sind sie alsdann befähigt, einen mehr oder weniger langen Teil der Trockenperiode auszudauern; einzelne Spezies sind zweijährig, andere im Begriff ausdauernd zu werden. Die heisse Sonne bringt eine Art nach der anderen zur Strecke, immer grössere Lücken zeigt der Vegetationsteppich, feiner Staub bedeckt alles. Grau in grau ist nun die Landschaft. Wenn man den Wechsel nicht hundertmal selbst verfolgt hätte, würde man es für unmöglich halten, dass dies derselbe Standort ist, der noch vor wenigen Wochen ein so farbenprächtiges Aussehen hatte. Beifolgend die Liste der vergänglichen Bestandteile der Flora des Mte Sta Cruz, ergänzt nach Flahault, Doumergue u. a.

Adonis microcarpa DC.
Aizoon hispanicum L.
Alsine tenuifolia Crantz v. *conferta* Jord.
Alyssum campestre L.
Ammochloa pungens Desf.
Anthyllis tetraphylla L.
Antirrhinum calycinum Lamarck
Arenaria spathulata Desf.
Asperugo procumbens L.
Asterolinum stellatum Hoffm. et Link
Astragalus epiglottis L.
Atractylis cancellata L.
Bellis annua L.
Borrago officinalis L.
Bromus maximus Desf.
B. rubens L.
Calendula arvensis L.
Campanula Erinus L.
Capsella bursa pastoris Mönch
Carrichtera vellae DC.
Catananche lutea L.
Celsia laciniata L.

Centaurea involucrata Desf.
C. napifolia L.
Centranthus calcitrapa L.
Cerinthe gymnandra Gasp.
Chenopodium murale L.
Ch. opulifolium Schrader
Convolvulus siculus L.
C. tricolor L.
Cordylocarpus muricatus Desf.
Coronilla scorpioides L.
Crupina vulgaris Cassini
**Cynoglossum cheirifolium* L. ⊙ od. ♃.
**C. pictum* Ait.
Daucus gummifer Lam.
Delphinium peregrinum DC.
Diplotaxis virgata DC.
Echium confusum De Coincy
E. grandiflorum Desf.
E. plantagineum L.
Erodium malacoides L'Hérit.
Erucastrum varium Dur.
Euphorbia Peplus L.
Fedia caput bovis Pomel
Filago spathulata Presl.
Fumaria capreolata L.
F. Gussonei Boiss.
F. muralis Sonders
Galactites Duriaei Spach
Galium Aparine L.
G. Bovei Boiss. et Reut.
G. saccharatum All.
Hedypnois polymorpha DC.
Hippocrepis ciliata Willd.
Hordeum murinum L.
Hyoscyamus albus L.
Hyoseris scabra L.
**Kentrophyllum lanatum* DC.
Lamarckia aurea L.
Lamium amplexicaule L
Lathyrus articulatus L.
L. Clymenum L.
Leucanthemum glabrum Boiss. et Reut.
Linaria reflexa Desf.
Linum angustifolium L.
Lithospermum apulum L.
Malcolmia arenaria R. Br.
Malva parviflora L.
Matthiola parviflora R. Br.
Melilotus sulcata Desf.
Mercurialis annua L.
**Micropus bombycinus* Lag.
**M. supinus* L.
Nigella arvensis L.
Nonnea nigricans Desf.
Ononis laxiflora Desf.
O. ornithopodioides L.
O. reclinata L.
Oxalis cernua Thunb.
Papaver dubium L.
Plantago Psyllium L.
Polygala monspeliaca L.
Reseda alba L.
R. Phyteuma L.
Rhagadiolus stellatus Willd.
Scandix pecten veneris L.
Scrophularia laevigata Vahl
Senecio leucanthemifolia Poir.
Silene glauca Pour.
S. imbricata Desf.
S. pseudo-Atocion Desf.
S. ramosissima Desf.
S. rubella L.
Sinapis hispida Schousboë
Sisymbrium Columnae Jacq.
S. Irio L.
S. officinale Scop.
Sonchus asper (L.) Garsault
Spergularia diandra Heldr.
Stellaria media (L.) Vill.
Succowia balearica Medicus
Tetragonolobus purpureus Mönch
Thesium humile L.

Thlaspi perfoliatum L.
Trifolium stellatum L.
Trigonella monspeliaca L.
Urospermum picroides Desf.
Urtica membranacea Poiret
U. pilulifera L.
U. urens L.
Vaillantia hispida L.
Vicia erviformis Boiss.
V. hybrida L.
V. lutea L.
V. sativa L.
V. sativa L.
v. *amphicarpa* Boiss.

Bellis annua L. und *Leucanthemum glabrum* Boiss. et Reut. treten stellenweise so massenhaft auf, dass der Boden wie mit Neuschnee bedeckt erscheint. *Catananche lutea* L. entwickelt neben den normalen Blüten noch unscheinbare, grundständige, kleistogame Blütchen. *Urtica membranacea* Poiret soll nach Ch. Flahault in Algier Neigung zur Diöcie zeigen. Neben *Fumaria capreolata* L. und *Galium Aparine* L. wird das Gebüsch und die Hecken von *Opuntia Ficus indica* Haw., von den Schlingpflanzen *Convolvulus althaeoides* L., *Bryonia dioica* L., *Rubia peregrina* L. und *Aristolochia baetica* L. v. *glauca* Desf. durchzogen. Auch *Alsine (Rosalsine) procumbens* Fenzl sieht man zuweilen im Gebüsch klimmend.

Und nun stehen wir auf dem Rand der Hochfläche und überblicken noch einmal aus der Vogelperspektive das Gelände unter uns. Eine wunderbare Blütenfülle, ein weiter, blumenreicher Gottesgarten! Da herrscht das Gelb in allen Abstufungen: das Hellgelb von *Calycotome*, das Dunkelgelb der Ginster und von *Coronilla glauca* L., das tiefe Orange der *Calendulae*, das reine Schwefelgelb der *Centaurea involucrata* Desf., das satte Gelb von *Asteriscus maritimus* Mönch, dessen förmlich leuchtende Blütensterne überall den Boden bedecken, dann das zarte Rot von *Convolvulus lineatus* L., das schreiende Scharlach von *Anagallis linifolia* L., das blendende Weiss mehrerer *Zistrosen*, das Rosenrot von *Convolvulus althaeoides* L. und *Cistus heterophyllus* Desf., das Hellblau des *Rosmarins* und das Blaurot von *Echium plantagineum* L. Das alles leuchtet hervor aus bald glänzend grünem Laubwerk, bald aus mattem, graugrünem Untergrund, oder zwischen dem dunklen, düsteren Schwarzgrün der Aleppokiefern, und über die ganze Herrlichkeit wölbt sich der wolkenlose, tiefblaue, afrikanische Himmel. So hält der mediterrane Frühling mit einer wahren Farbensinfonie seinen triumphierenden, den Nordländer zu ungetrübtem Lebensgenuss einladenden Einzug.

2. Batterie Espagnole.

Eine kleine Stunde nordöstlich von Oran liegt eine alte spanische Batterie. Durch die Vorstadt „Gambetta" gelangt man auf das allen Winden ausgesetzte pliocäne Hochplateau, welches sich von etwa

120 m über Meer, allmählich ansteigend, nach dem Djebel Krar, den Montagnes de Lion hinzieht. Steil fallen die Felsen zu der stets von der Brandung umtosten, langgezogenen Küstenlinie ab. Stundenweit lässt sich an den Ufern der weisse Schaumstreifen verfolgen. Felspartien, an denen ein schmaler Pfad zur Batterie und zum Meeresufer führt, ein wirres Durcheinander von losgelösten Kalkblöcken, lehmig-kalkige Bodenpartien und Sanddünen wechseln miteinander ab und gewähren der Pflanzenwelt recht verschiedene Ansiedelungsbedingungen.

F. Doumergue hat den Florenwechsel dieser Lokalität zu den verschiedensten Jahreszeiten eingehend verfolgt. Jedem Botaniker, der sich einige Tage in Oran aufhält, kann diese Exkursion, besonders im Frühling, sehr empfohlen werden. Wir hatten uns der kundigen Führung von Herrn F. Doumergue zu erfreuen.

Auf den Getreidefeldern der Hochfläche, Brachäckern und besonders an den Wegborden haben wir gesammelt:

a) Ein- oder zweijährige Sommerpflanzen — diejenigen Arten, welche gewöhnlich zweijährig sind oder sogar Neigung, ausdauernd zu werden, zeigen, sind mit einem Kreuz (×) bezeichnet. 33 Arten:

Ammochloa pungens (Desf.) Boiss.
Lagurus ovatus L.
Lepturus incurvatus L.
Reseda alba L.
Rumex bucephalophorus L.
Emex spinosus Campdera
Silene cerastioides L.
S. colorata Poiret
Herniaria cinerea DC.
Polycarpon tetraphyllum L.
Brassica Tournefortii Gouan
Eruca vesicaria L.
Matthiola tricuspidata R. Br. (Filzpflanze von längerer Vegetationsdauer.)
Helianthemum salicifolium Pers.
Hippocrepis multisiliquosa L. (an grasigen Orten).
Lotus edulis L.
Medicago lappacea Lamarck
Bupleurum semicompositum L.
Orlaya maritima Koch, reichlich.
Verbascum sinuatum L. (×)
Cynoglossum pictum Ait. (×)
C. cheirifolium L. (×)
Lithospermum apulum L.
Plantago Coronopus L. (×)
Fedia cornucopiae L.
Valerianella discoidea Lois.
Carduus pteracanthus Dur.
Centaurea infesta Coss. et Dur.
Evax pygmaea DC.
Galactites Duriaei Spach
Helminthia echioides Gärtn. (×)
Onopordon macracanthum Schousb. (×)
Silybum Marianum Gärtn.

Eruca vesicaria L. und *Galactites Duriaei* Spach sind iberisch-mauritanische Arten, deren Ostgrenze im westlichen Algerien liegt.

b) Stauden und Kleinsträucher. 21 Arten:

Brachypodium ramosum (L.) Roem. et Schult.
Lygeum Spartum L.
Asphodelus tenuifolius DC.
Aphyllanthes monspeliensis L.
Romulea numidica Jord.
Viola arborescens L.,
Paronychia argentea Lamarck
P. capitata Lamarck
Euphorbia terracina L.
Ranunculus chaerophyllos L. v. *flabellatus* Desf.
Alyssum (Lobularia) maritimum L.
Erodium mauritanicum Coss. et Dur.
Lotus creticus L.
L. cret. L. v. *Salzmanni* Boiss.
Poterium Magnolii Spach
Ballota hirsuta Benth.
Marrubium vulgare L.
Salvia lanigera Poiret
Convolvulus lineatus L.
Plantago albicans L., reichlich.
Crucianella maritima L.
Calendula suffruticosa Vahl
Picridium tingitanum Desf.
Rhaponticum acaule DC.

Die Therophyten beanspruchen mithin nicht weniger als 62 % der Gesamtliste. Diese Flora dürfte zum guten Teil als ein modifizierter Rest des ursprünglichen Pflanzenkleides zu betrachten sein. Das Vorhandensein von *Lygeum* und das reichliche Vorkommen von *Plantago albicans* L. deuten auf einstige Steppenanklänge. Verschwunden sind nur die eigentlichen Holzpflanzen, sie sind zuerst der Rodungsarbeit zum Opfer gefallen. Umgekehrt haben dagegen die vergänglichen Therophyten auf dem offenen Gelände an Bedeutung gewonnen. Die Vermehrung ist z. T. wohl auf verwehte Samen vom nahen Strande, z. T. auf anthropochore Einschleppungen zurückzuführen. Die Individuen sind fast ausnahmslos klein, zwerghaft: es sind zum grossen Teil vertretene Kümmerexemplare oder dürftige Weide- und Brachackerpflanzen. Einige Schritte weiter, am Abhang zur Küste, sind viele dieser Arten zwar auch wieder vorhanden, aber beinahe durchgehend in wesentlich kräftigerer Entwicklung.

Sobald der Saumpfad in den Bereich der Strandfelsen gelangt ist, ändert sich das Bild. Das hier noch ziemlich ursprüngliche Vegetationskleid ist, dank des teilweisen Windschutzes, der grösseren Boden- und Luftfeuchtigkeit, der geringeren Insolation bedingt durch die Nordlage und der weniger hohen Temperaturen, eine Folge der vorwiegenden Seewinde — von entschieden grösserer Üppigkeit. Erst am Fuss der Felspartien, im Bereich der Dünen, nimmt die Flora wieder ein xerophytischeres und dürftigeres Gepräge an.

a) Am Felshang in Nordlage.

Von grösseren Holzpflanzen haben wir bemerkt:

Juniperus phoenicea L.
Chamaerops humilis L.
Globularia alypum L.
Pistacia Lentiscus L., spärlich.

Daphne Gnidium L., spärlich.
Calycotome intermedia Lamarck
Genista cephalantha Spach
G. umbellata Desf.
Ulex africanus Webb
Lavandula dentata L., reichlich.
Helichrysum rupestre Raf.

Noch etwas reichlicher waren die Kleinsträucher vertreten:

Viola arborescens L.
Polygala rupestris Pourr.
Helianthemum origanifolium Lam.
H. pilosum Pers.
Matthiola tristis R. Br.
Brassica fruticulosa Cyrillo
Anagallis linifolia L.
Micromeria inodora Benth.
Teucrium Polium L.
T. pseudochamaepitys L.
Thymus Munbyanus Boiss. et Reut.
Calendula suffruticosa Vahl

An einer etwas feuchteren Stelle und um eine sich rasch verlierende Wasserader kann man sogar die zarten Wedel des Venushaares (*Adiantum Capillus Veneris* L.) und den Pung (*Samolus Valerandi* L.) sammeln. Zu dieser Hygrophytenkolonie gehören ferner:

Juncus ranarius Song. et Perr.
Succowia balearica Medicus
Lythrum Gräfferi Tenore (fol.)
Astragalus baeticus L.
Apium nodiflorum (L.) Rchb.
Smyrnium Olusatrum L.
Acanthus mollis L. (fol.)
Bellis silvestris Cyrillo v. *atlantica* Boiss. et Reut.

Dazu kommt noch eine grössere Zahl ausdauernder Stauden und einjähriger Pflanzen: *Ophrys fusca* Link; *Urginea maritima* Baker entwickelt mächtige, saftig-grüne Blattbüschel; hier erhebt sich in üppiger Pracht eine Infloreseenz von *Asphodelus microcarpus* Viv., dort mächtige Stöcke von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link; an offener, felsiger Stelle breitet wieder *Asteriscus maritimus* Mönch seine grossen sattgelben Blütensterne aus. Die vollständig kahle *Crepis bulbosa* Tausch fällt durch ihre lanzettlichen, meist ganzrandigen Blätter auf; sie vermehrt sich z. T. durch unterirdische, am Ende knollig verdickte Ausläufer. Auch bei *Thrincia tuberosa* L. sind die Wurzeln knollig verdickt. *Cerinthe gymnandra* Gasp. hat bis 3 cm lange, gelbliche Blumenröhren, aus denen die Antheren hervorragen; durch ihre intensiv blauen, fast metallisch glänzenden Hochblätter wirkt sie ungemein dekorativ. *Ranunculus rupestris* Guss. gelangt in dem fetten Boden zu stattlicherer Entfaltung, als wir sie am M^te^ Ste Cruz kennen gelernt haben. Das Rot ist durch *Fedia caput bovis* Pomel vertreten. *Verbascum sinuatum* L. hat erst die grundständige Blattrosette entwickelt. In dieser Fülle von Grün und mannigfachen Farbentönen verschwinden einige unscheinbare Gewächse fast ganz, so *Hyoseris radiata* L., *Hedypnois polymorpha* DC., *Evax asterisciflora* Pers. *Polycarpaea tetraphylla* L. v. *alsinaefolia* DC. Durch Massenhaftigkeit fällt stellenweise *Arenaria*

spathulata Desf. auf; sie war zur Zeit unseres Besuches völlig mit kleinen weissen Blüten bedeckt.

b) In den Dünen. Die Leitpflanze der Dünen ist die Rutenpflanze *Retama Bovei* Spach: sie bildet über mannshohe Gebüsche, welche bereits in voller Anthese stehen. Die zu fünf bis zwölf in kurzen Trauben vereinigten Blüten verbreiten weithin einen herrlichen Duft. Sehr wirkungsvoll hebt sich der lebhaft violette Kelch von der seidig behaarten, schneeweissen Korolle ab. Er ist eine iberisch-mauritanische Art, welche ihre Ostgrenze bereits beim Cap Térès, nördlich von Orléansville erreicht. Andere Holzpflanzen, wie die beiden Blattsukkulenten: *Salsola oppositifolia* Desf. und *Suaeda vermiculata* Forsk, sowie die Solanaceensträucher *Lycium intricatum* Boiss. mit kräftigen Dornästen und *Withania frutescens* Pauquy treten dagegen mehr vereinzelt auf.

Prachtvolle Erscheinungen sind die auf den Salsolaceen schmarotzenden, bis 1,5 m hohen, lebhaft gelben Prunkgestalten der *Phelipaea lutea* Desf., einer Art, die von Süd-Spanien durch das ganze Nord-Afrika bis nach Arabien verbreitet ist; in Algerien gehört sie besonders dem Süden an. Nach L. Trabut besitzt die Pflanze auch noch unscheinbare, kleistogame Blüten, die ihre Samen bis zu einer Bodentiefe von 50 cm auszureifen vermögen. Die einjährige, steif aufrechte, etwas verzweigte *Malcolmia arenaria* R. Br. hat sich zwischen dem Gesträuch eingenistet.

Die meisten dieser Arten haben ihr Massenzentrum oder doch ihre nächsten Verwandten in den Chotts, ja selbst im äussersten Süden Algeriens. So versetzt uns dieses Vegetationsbild gewissermassen schon nach jenen fernen Gegenden. Es ist überhaupt beachtenswert, wie in den Küstengebieten der Provinz Oran die Anklänge an die Steppenwüsten des Binnenlandes viel zahlreicher sind, als in den mehr östlichen Landesteilen.

Häufig, aber doch meistens nur vereinzelt und daher im gesamten Vegetationsbild kaum eine grössere Bedeutung erlangend, treten noch zahlreiche kleinere Pflanzen auf. Sie vermögen bald oberirdisch, bald mit unterirdischen Speicherstoffbehältern die sommerliche Trockenperiode zu überdauern, oder es sind ephemere, monokarpische Gewächse:

Ammochloa pungens Desf.
Brachypodium ramosum (L.) Roem. et Schult.
Stipa parviflora Desf.
Asphodelus fistulosus L.
Ornithogalum umbellatum L.
Urginea maritima Bak.
Arenaria spathulata Desf.
Silene cerastioides L.
S. pseudo-Atocion Desf. v. *oranensis* Batt.
S. ramosissima Desf.

Erodium mauritanicum Coss.
Matthiola tricuspidata R. Br.
M. tristis R. Br.
Crithmum maritimum L.
Orlaya maritima L.
Astragalus baeticus L., hochrasige Orte.
Hedysarum capitatum Desf.
Lathyrus Cicera L.
L. Ochrus L.
Lotus creticus L.
Medicago littoralis Rhode
Ononis massaesyla Pomel
Tetragonolobus purpureus Mönch
Emex spinosus Campd.
Plantago albicans L.
Ruta chalepensis L. v. *bracteosa* DC.
Convolvulus althaeoides L.
C. siculus L.
Cerinthe gymnandra Gasp.
Teucrium Polium L.
Thymus Munbyanus Boiss. et Reut.
Crucianella maritima L.
Fedia caput bovis Pomel
Centaurea involucrata Desf.
Hedypnois polymorpha DC.
Hyoseris radiata L.
Leucanthemum glabrum Boiss. et Reut.
Picridium tingitanum Desf. v. *discolor* Pomel
Rhaponticum acaule DC.
Seriola aetnensis L.

3. An der kleinen Sebka bei la Senia.

Die im Süden von Oran gelegene Ebene und das umgebende Hügelland sind grösstenteils der Kultur unterworfen. Von der ursprünglichen Pflanzendecke sind verhältnismässig nur noch dürftige Reste erhalten geblieben, so besonders an Wegrändern längs der wenigen, fast stets trockenen Torrenten, auf kleinen Hügeln oder da, wo der Boden besonders steinig oder salzhaltig ist. *Garigues* und Felsenheiden bedeckten einst diese Länder. Je nach der Bodenbeschaffenheit und den örtlichen Verhältnissen herrschten bald die Zwergpalme (*Chamaerops humilis*), bald *Zizyphus Lotus* L. oder *Pistacia Lentiscus* L.

Etwa 6 km südlich vom Hauptbahnhof von Oran bedeckt die Zwergpalme um *Senia* noch ansehnliche Flächen.

Diese Palmitoformation ist ein Zwischending zwischen *Garigue* und Felsenheide. Als Vertreter der *Garigue* kommt an dieser Stelle fast nur *Chamaerops humilis* L. in Betracht. Die dichten, bald mehr oder weniger genäherten, bald voneinander entfernten, struppigen Gebüsche erreichen kaum Kniehöhe. In den Zwischenräumen sieht man in grosser Zahl die langen, grünen Blätter des Asphodill (*Asphodelus microcarpus* Viv.), der stellenweise zur Vorherrschaft gelangt und dann üppige Asphodillfluren bildet. Soeben entwickelt er seine stattlichen Blütenrispen. Der Boden ist übrigens noch mit einer Unmenge kleiner Kräuter, z. B. *Hutchinsia procumbens* Desf., *Asterolinum*

stellatum Hffg. et Lk., *Tulipa Celsiana* Vent., *Adonis microcarpa* DC., *Linaria reflexa* Desf., *Eruca vesicaria* L., *Arenaria spathulata* Desf. v. *angustifolia, Plantago Lagopus* L., *Ranunculus chaerophyllos* L., bedeckt, doch überall sieht man, in kleinen und grösseren Flecken, die nackte Erde. Mit zunehmender Trockenheit verschwindet diese ganze Florula fast vollständig, so dass beinahe nur noch die Zwergpalme übrig bleibt. Jetzt blüht es aber gelb (*Anacyclus valentinus* L., *Centaurea involucrata* Desf., *Senecio leucanthemifolius* Poir. und *S. coronopifolius* Desf.), weiss (*Bellis annua* L.), rot (*Silene rubella* L. und *Linum grandiflorum* Desf.) und blau (*Anagallis arvensis* L. ssp. *foemina* (Miller), Schinz et Thellung). Von Zwiebelpflanzen macht sich besonders *Urginea maritima* Bak. durch ihre saftig-grünen Blattbüschel bemerkbar. Stellenweise herrscht *Lygeum Spartum* L. oder auch *Peganum Harmala* L., und hin und wieder sieht man eine *Passerina hirsuta* L. mit ihren zierlich überhängenden, dachziegelig schuppigbeblätterten Zweigen oder die stacheligen Gestalten von *Asparagus horridus* L.; auch *Helianthemum virgatum* Pers., *H. intermedium* Thib. und *Ornithogalum umbellatum* L. wurden gesammelt.

Durch ihre tiefsitzenden Wurzelstöcke ist die Zwergpalme ein gefürchteter Feind der Urbarmachung des Bodens. Zwischen den Kulturpflanzen sieht man sie öfters auf jungem Ackerland als lästiges, schwer zu rodendes Unkraut. Sie bildet meistens nur niedrige Gestrüppe, doch kann man an abgelegenen, felsigen Orten gelegentlich auch bis 6 m hohe Stämme beobachten. Sie geht bis 900 m ü. M.

Die Zwergpalme ist eine spezifisch westmediterrane Art, ihr Massenzentrum liegt in Südspanien, Marokko, Algerien. Schon in Dalmatien fehlt sie und auch in Tripolitanien scheint sie östlich kaum erheblich über Lebda hinauszugehen, denn aus der Cyrenaika wird sie von P. Ascherson nicht mehr angegeben. Massenhaft sah ich sie auf den Balearen, um so auffälliger ist das völlige Fehlen auf Korsika, trotzdem sie auf den kleinen Inseln Elba und Capraja, sowie am M^te^ Argentaro in Toskana vorkommt. Vor einem halben Jahrhundert fand sie sich auch noch spontan im Litoralgebiet der Seealpen, wo sie mit 43° 44′ N. ihre Polargrenze hatte. In Spanien tritt sie dagegen erst südlich von Barzelona auf.

Für viele Gegenden besitzt die Zwergpalme trotz ihrer Kulturfeindlichkeit einen nicht zu unterschätzenden Wert als Nutzpflanze. Die Herzknospe kommt als Palmkohl auf den Markt, ein angenehmer, haselnussartiger Geschmack wird ihr nachgerühmt. Im Frühjahr 1906 sah ich sie an vielen Bahnstationen Andalusiens feilgeboten und von der einheimischen Bevölkerung als Reiseproviant verwendet. Wichtiger ist ihre industrielle Bedeutung, indem man die alten Blätter

zu vegetabilischem Rosshaar, das unter dem Namen Crin végétal (oder Crin d'Afrique) in den Handel kommt, verarbeitet.

In der Vorstadt Eckmühl im Südwesten von Oran hatten wir Gelegenheit, einen solchen Betrieb in Augenschein zu nehmen (Tafel VI b). Zum Abschneiden der Chamaeropsblätter wird eine eigenartige Sichel, die an ihrem vorderen Teil scharfe Zähne hat, verwendet. Dieses Instrument ist somit ein Mittelding zwischen Säge und Sichel. Kleine Esel tragen schwerbeladen grosse Bündel nach der Stadt; ein Tier trägt 170 bis 220 Kilogramm und verschwindet zuweilen fast ganz unter seiner Last. Das Rohprodukt wird mit Fr. 1.25 per 100 Kilo bezahlt. Eine Dampfmaschine hechelt die Blätter in kürzester Zeit zu Fasern, die einen Preis von Fr. 3.50 per Kilogramm erzielen. Die Fasern werden getrocknet, teils als Rosshaar versendet, teils zu Stricken und allerlei Flechtwerk verarbeitet. Die Firma Andréo & Cie. in Oran beschäftigt das ganze Jahr 40—50 Arbeiter und erzeugt jährlich 8000 Tonnen Crin d'Afrique. Mit einigen anderen Betrieben dürfte Oran jährlich wenigstens 2 Millionen Kilogramm Zwergpalmblätter verarbeiten. Bei einem solchen Massenverbrauch muss die Pflanze in absehbarer Zeit in ihrer Existenz geradezu gefährdet werden. Naturschutz wäre auch hier geboten, denn wie oft mag das stacheligstarre Gestrüpp von Zwergpalmen jungen Keimpflanzen vor der Gefrässigkeit von Ziegenherden Schutz geboten haben (R. Scharfetter). Ihre Ausrottung dürfte daher eine allmähliche weitere Entwaldung der westmediterranen Länder zur Folge haben.

Wendet man sich von der Palmitoformation gegen die Sebka, so vollzieht sich ein mehrfacher, rascher Vegetationswechsel, und zwar in folgender Reihenfolge:

a) Juncus acutus-Zone. *Juncus acutus* L. bildet auf schwach salzhaltigem Boden stachelige Horste. Daneben sieht man *Atriplex parviflorus* Lowe. *Schismus calycinus L.* bildet auf solchen Salzwiesen das wichtigste Schaffutter. Von weiteren Gräsern sieht man *Hordeum maritimum* L., *Lepturus incurvatus* L. und *Sphenopus divaricatus* Gouan. Auch *Helianthemum salicifolium* Pers. vermag sich hier noch neben *Spergularia media* Pers., *Sp. rubra* Pers., *Frankenia laevis* L. und *F. corymbosa* Desf. sowie *Filago fuscescens* Pomel und *Caucalis leptophylla* Dur. zu erhalten. Von Sträuchern sieht man vereinzelt *Lycium europaeum* L., sowie kleine Gruppen flatteriger Tamarisken (*Tamarix gallica* L.)

b) Staticetum. Je näher das Ufer des Salzsees, desto einförmiger die Flora; die wenigen Arten blühen meistens erst im Hochsommer. Da sieht man die grossen, verkehrt eiförmigen Blätter einer für die Sebkas von Oran und Arzeu endemischen Pflanze, der *Statice*

Sebkarum Pomel, die aber in grösster Massenhaftigkeit auftritt. Sie ist mit *Statice gummifera* Dur. var. *cymulifera* Boiss. vergesellschaftet. An ihren blaugrünen, spateligen Blättern wird letztere Art leicht zu erkennen sein. Der Typus ist eine stattliche Strandpflanze, die an den Salzseen in einer in allen Teilen kleineren und auch morphologisch etwas abweichenden Rasse vertreten ist. Als dritte Statice wird von La Senia die auch für die Chotts nachgewiesene *St. Duriaei* De Girard angegeben. Die wenigen Begleitpflanzen sind zumeist mehr oder weniger ausgesprochene Blattsukkulenten, so z. B. *Spergularia marina* Willk., *Suaeda fruticosa L.*, *Inula crithmoides* L. Von weiteren Arten sind zu nennen *Medicago truncatula* Gärtn.

c) Salicornietum. Da wo der Boden, in nächster Nähe des Sees, den grössten Salzgehalt aufweist, sind einige *Salicornien*[1] (*S. fruticosa* L., *S. glauca* Delile, *S. lignosa* Woods und *S. perennis* Miller) zu beinahe unumschränkter Herrschaft gekommen. In nahezu reinen Beständen umsäumen sie die Ufer oder besiedeln die kleinen niederen Inselchen, die bei starkem Wellenschlag vom Salzwasser bespritzt werden. Ihnen gesellen sich zu (nach Doumergue und Flahault) *Atriplex parvifolia* Lowe, *A. oppositifolia* DC., *Suaeda vermiculata* Forsk., *Halopeplis perfoliata* Moqu. und das lang kriechende rigide Gras *Aeluropus litoralis* Gouan. Verdunstet das Wasser, so sieht man Ausblühungen verschiedener Salze, Chlorate und Sulfate den Boden bedecken. Auf Wurzeln der Salicornien und Atriplexarten schmarotzt die einzige Balanophoracee der Mittelmeerländer, der Malteserschwamm (*Cynomorium coccineum* L.).[2] An der Infektions-

[1]) Herr C. E. Moss, der sich speziell mit den Salicornien beschäftigt, schreibt uns: „Ich sammelte auf unserer Algier-Reise folgende drei Salicornien:

1. *Salicornia glauca* Delile, Fl. Aegypt. 49 (1813); ich sah ein Originalexemplar von Delile im Herb. Linnean soc. London (= *S. virginica* Forsk non L. = *S. macrostachya* Moric. = *Arthrocnemum macrostachyum* Moqu.)

2. *Salicornia perennis* Miller Gard. Dict. ed. 8. No. 2 (1768) = *S. radicans* Smith Engl. bot. 9. 1691 (1807). Leicht zu unterscheiden durch das Fehlen der Stereïden im Stengel und durch den wurzelnden Stengel.

3. *Salicornia lignosa* Woods Bot. Gaz. 31 (1831); hat ebenfalls keine Stereïden, aber der Stengel wurzelt nicht; ist vielleicht nur eine Varietät von *S. perennis* Smith.“

[2]) Anmerkung von Prof. C. Hartwich: Die getrocknete Pflanze wurde früher (und im Mittelmeergebiet wohl noch jetzt) als Arzneimittel verwertet. Man hielt sie für einen Pilz: *Fungus melitensis, mauritanicus verrucosus ruber, typhnoides liburnensis, typhnoides coccineus tuberosus.* Ihres Gerbstoffgehaltes wegen benutzte man sie gegen Durchfall, Ruhr und gegen Blutflüsse. Eine chemische Untersuchung liegt nicht vor.

Plinius (XXII. 80. Ausgabe von Wittstein) wirft sie mit Orobanche zusammen, er nennt beide wegen ihrer Ähnlichkeit mit dem Penis der Hunde Cynomorium und sagt, dass man die jungen Pflanzen koche und esse, was sich wohl eher auf Orobanche beziehen mag. Auch Clusius wirft die Pflanze mit einem anderen Schmarotzer *Cytinus hypocistis* L. zusammen. Wahrscheinlich haben Plinius und Clusius Cynomorium nicht gesehen.

stelle sieht man Gruppen von knöllchenartigen Anschwellungen hervorwachsen, aus denen sich höchst fremdartige, pilzähnliche, blutrote Gebilde entwickeln (Tafel I b). Früher wurden ihnen mancherlei Wunderkräfte zugeschrieben, so dass sie einen wichtigen Handelsartikel gebildet haben. Der kurze Stengel trägt eine grössere Zahl Schuppenblätter und endigt in einem zapfenartigen Blütenstand, der aus einer Unmenge männlicher oder weiblicher Blüten aufgebaut ist. Die Araber nennen die Pflanze Zeb-el-Turki; sie ist durch das ganze südliche Mittelmeergebiet bis nach Westasien verbreitet. Die Nordgrenze verläuft von Südspanien über Sizilien-Malta nach Süd-Italien. Auf Salicornien und Melden wächst auch noch die violette *Phelipaea mauritanica* Coss.

Ch. Flahault und F. Doumergue sahen im Wasser *Althenia filiformis* Petit, *Ruppia maritima* L. (Rübel), *R. drepanensis* Tin., *Chara Duriaei* var. *oranensis*, *Ch. galioïdes* DC. v. *aspera* W. und das eigentümliche Lebermoos *Riella helicophylla* Montagne, indessen auf etwas erhöhten und durch den Regen mehr ausgelaugten Stellen *Carex divisa* Huds., *Juncus maritimus* Lamarck und *Ranunculus macrophyllus* Desf. wachsen.

4. Felsenheiden bei Lalla-Marnia (ca. 400—650 m).
(Tafel IV.)

An der marokkanischen Grenze, nördlich von Lalla Marnia, erhebt sich ein reich gegliedertes Hügelland, es sind die Vorberge des im marokkanisch-algerischen Grenzgebiet bis gegen 1200 m ansteigenden Küstengebirges. Fusshohe, saftig-grüne Saaten stehen (13. April) in den Längstälern und in muldenförmigen Depressionen. Das übrige Land ist dagegen noch unbebaut und dient einzig als Weide. Bei unserer Fahrt über die Angadebene nach Oudjda sahen wir auf der Steppe eine auffallend kleine Viehrasse, eher kleiner als das Eringerrind der Walliser Alpenweiden. Holzpflanzen fehlen fast ganz. Grösstenteils wird das weite Gelände bedeckt von einer meist niederen, artenreichen Vegetationsdecke aus Stauden, Zwiebelpflanzen und zahlreichen einjährigen Sommergewächsen. Zur Zeit unseres Besuches sah man nur ein einziges, herrliches Blütenmeer von blauen, weissen, roten, ganz besonders aber von gelben Farbentönen. Doch selbst schon jetzt treten überall grössere und kleinere Steine und die nackte Erde zutage. Grosse, gebleichte Schneckengehäuse sind überall reichlich zu sehen. Sie gehören nach gütiger Bestimmung von Dr. P. Bohny wahrscheinlich der *Helix punctata* Müller an. Wenn die Therophyten ihren Lebenszyklus abgeschlossen haben, die saftigen Blätter der Zwiebelpflanzen verwelkt sind, dann wird die Formation immer offener.

Bei dem Mangel an Regen und unter der Einwirkung der sengenden Hitze des afrikanischen Sommers scheinen die Hügel nun beinahe jeder Vegetation zu entbehren, sie nehmen ganz Halbwüstencharakter an. Grau in grau sehen nun die im Frühjahr so überaus prächtigen Berghänge aus, erst die herbstlichen Niederschläge erwecken die Vegetation zu neuem Leben.

Die wenigen Holzpflanzen halten sich fast alle an die Gräte und Berggipfel, einzig die Rhamnacee *Zizyphus Lotus* (L.) Willd. trifft man meistens in etwas feuchteren Lagen am Fuss der Berge. Der nordafrikanische Wegdorn ist eine sommergrüne, äusserst stark bewehrte Pflanze (Tafel IV). Von den Nomaden wird sie ganz allgemein als Schutzwehr der Zelt- und Lagerplätze verwendet. Aus einer unterirdischen Achse entspringen zahlreiche, ziekzackartig verlaufende, eigentümlich grauweissliche Zweige, die ein dicht verworrenes Gestrüpp bilden. Es ist ein Ding der Unmöglichkeit, ohne Faschinenmesser durch sie durchzukommen. Dieser ungemein wirksame Schutz wird durch die zahlreichen, kräftigen, hakenartig gekrümmten Nebenblattdornen bewirkt. Die Belaubung des Dornbusches erfolgt erst in der zweiten Hälfte April.

Dasjenige Holzgewächs, das auf den Hügeln um Lalla Marnia noch verhältnismässig am häufigsten auftritt, ist der Ölbaum; er findet sich hier in einer kleinen, knorrig-dornigen, öfters mehr strauch- als baumartigen Form, die durchaus den Eindruck der Ursprünglichkeit macht (*Olea europaea* L. v. *Oleaster* DC.). Die Blätter sind verhältnismässig spärlich, länglich-oval und auffallend klein. Fast immer sieht man Äste und Zweige der Bäumchen mehr oder weniger reichlich mit schwarzen, rundlichen Anschwellungen besetzt, der „loupe" oder „gale" der Franzosen, einer krebsartigen Galle, die nach den Untersuchungen von Prillieux (1890) von Bakterien erzeugt wird (*Bacillus Oleae* E. F. Smith), deren es nach L. Petri drei, als α, β und γ unterschiedene Rassen gibt[1].)

Die übrigen Holzpflanzen werden dagegen nur vereinzelt angetroffen. Von Koniferen sahen wir: *Juniperus Oxycedrus* L. und die endemische *Callitris quadrivalvis* Vent., beide jedoch nur in wenigen Exemplaren. Etwas reichlicher tritt der Filzstrauch *Lavatera maritima* Gouan auf. Zerstreut, aber stets vereinzelt, sind die sommergrünen Laubhölzer *Calycotome spinosa* Link, *Withania frutescens* Pauq., *Pistacia atlantica* Desf. und *Rhus pentaphylla* Desf. mit drei- bis fünf-

[1]) C. v. Tubeuf, Knospenhexenbesen und Zweig-Tuberkulose der Zirbelkiefer. II. Teil, Zweigtuberkulose am Ölbaum, Oleander und der Zirbelkiefer. Naturwissensch. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. Jahrg. IX (1911) S. 25 ff., Fig. 16, 17, 20.

gliedrig gefiederten Blättern. Die Rinde dient bekanntlich zum Rotfärben des Leders.

Von Kleinsträuchern, Stauden und Kräutern treten auf:

Plantago albicans L., reichlich.
Astragalus caprinus L.
Ebenus pinnata Desf.
Ferula tingitana L.
Thapsia garganica L.
Helianthemum polyanthos Pers.
Lavandula multifida L.
Marrubium Alysson L.
Teucrium pseudo-chamaepitys L.
Phelipaea Mutelii Reut.
Convolvulus althaeoides L.
C. suffruticosus Desf.
Asteriscus maritimus Mönch
Catananche coerulea L.

Von Zwiebel- und Knollenpflanzen haben wir nur sechs Arten verzeichnet, zwei davon kommen aber in grösster Individuenzahl vor. Massenhaft sieht man *Urginea maritima* Baker; die dunkelgrünen Blattbüschel heben sich sehr wirkungsvoll von den weisslichen Zizyphusgestrüppen ab (Tafel IV). *Asphodelus microcarpus* Viv. bildet stellenweise üppige Asphodillfluren, doch ist sie bereits am Abblühen. Die übrigen Arten sind von untergeordneter Bedeutung, so: *Allium vernale* Tineo, *Asphodelus fistulosus* L., *Iris Sisyrinchium* L. und *Tulipa Celsiana* Vent.

An Zahl weitaus vorherrschend sind die Therophyten; mit den, ebenfalls ein vergängliches, oberirdisches Leben führenden Zwiebel- und Knollenpflanzen sind es 39 Arten, mithin 64 % unserer ganzen Ausbeute:

Avena barbata Brot.
Bromus madritensis L.
B. rubens L.
Echinaria capitata (L.) Desf.
Lamarckia aurea (L.) Mönch
Stipa tortilis Desf.
Helianthemum niloticum Pers.
Carrichtera Vellae DC.
Diplotaxis ericoides DC.
Matthiola parviflora R. Br.
M. tricuspidata R. Br.
Sisymbrium Irio L.
Reseda Phyteuma L.
Anthyllis tetraphylla L.
Hedysarum spinosissimum Sibth. et Sm.
Hippocrepis multisiliquosa L.
Tetragonolobus purpureus Mönch
Plantago Lagopus L.
P. amplexicaulis Cav.
Statice Thouini Viv.
Anagallis arvensis L. sspec. *foeminea* (Miller) Schinz et Thellung
Euphorbia falcata L.
Lithospermum apulum Vahl
Scabiosa simplex L.
Campanula Erinus L.
Amberboa crupinoides DC.
Asteriscus aquaticus Mönch
Centaurea involucrata Desf.
Chrysanthemum macrotum Coss. et Dur.
Cladanthus arabicus Cass.
Rhagadiolus stellatus Willd.
Spitzelia cupuligera Dur.

5. Die Callitris-Macchie von Tameksalett bei Turenne.

(Tafel V.)

Zirka 30 Kilometer westlich von Tlemcen, bei der Station Turenne an der Bahn nach Lalla Marnia, liegt bei 600 m ü. M. ein ausgedehnter, lockerer Buschwaldbestand mit starkem Einschlag von *Callitris quadrivalvis* Vent.; er umfasst ca. 2500 Hektaren und ist seit 18 Jahren unter forstlicher Kontrolle. Während das Gros der Exkursion nach Lalla Marnia und Oudjda fuhr, besuchten einige von uns[1]) von Turenne aus diese Callitris-Macchie.

Turenne ist ein kleines, erst 1898 von den Franzosen gegründetes Dorf, nur von etwa 50 Europäern bewohnt; es wird viel Olive und Wein gepflanzt; letzterer leidet hin und wieder vom Frost, die kalte Ostern von 1910 hatte ihm stark zugesetzt. Als tierischer Schädling tritt massenhaft eine kleine, schwarze Ameise auf, welche namentlich die Blütenknospen der Birne anbeisst und zerstört, aber auch an den Weinschösslingen und jungen Bohnenpflanzen Schaden anrichtet.

Wir fuhren unter Begleitung eines sehr gefälligen Forstaufsehers[2]) auf der prächtigen, gut gehaltenen Strasse durch die reich kultivierte Landschaft, die durch stattliche Johannisbrotbäume einen schönen Schmuck erhält. Sie sind alle gepfropft; die Früchte bringen vier bis fünf Franken pro 100 Kilo ein. Auch Mais wird viel kultiviert: grosse, weiss angemalte „Steinmannli“ auf den Feldern sollen die Schakale abschrecken. Die Strasse steigt in grossen Windungen gegen das algerisch-marokkanische Grenzgebirge empor; erstaunt sahen wir mitten in der einsam gewordenen Landschaft eine schwere Dampfstrassenwalze an der Arbeit; die französische Kolonialverwaltung legt grossen Wert auf ein gutes Strassennetz.

Der Callitrisbestand dehnt sich über ein kupiertes, trockenes Kalkplateau aus. Er ist wohl am ehesten als eine lockere Macchie zu bezeichnen, hin und wieder von Äckern oder von steppenartigen Beständen unterbrochen. Vielleicht ist es ein sekundärer Bestand nach abgebranntem Wald von *Pinus halepensis* Mill., von dem freilich nichts übrig geblieben ist.

Dominierend ist die „algerische Thuja“, der Sandarakbaum „Arar“ der Araber, die *Callitris quadrivalvis* Vent. (= *Tetraclinis articulata* Vahl), ein Endemismus Nordafrikas (Marokko, Algier, Tunis, Barka, Gebiet der Tuaregs in der Sahara), der aber in vereinzelten Etappen auch

[1]) Prof. Businger, Schr. und v. Tubeuf, der uns seine Notizen freundlichst zur Verfügung stellte.

[2]) Im Forsthaus genossen wir für die Nacht die Gastfreundschaft der algerischen Forstverwaltung, die gegenüber Fremden äusserst entgegenkommend ist.

nach Europa übergreift (Malta,[1]) Cartagena[2]) in Spanien). Er stammt aus einem alten, gegenwärtig mit 30 Arten vorwiegend südhemisphärischen Geschlecht (Südafrika, Madagaskar, Mauritius, Australien, Neu-Kaledonien), das schon im mittlern Jura auftaucht und auf der nördlichen Hemisphäre bis Grönland verbreitet war, ein typisches Beispiel des nördlichen Ursprungs jetzt südhemisphärischer Genera. Noch im Tertiär war ein naher Verwandter der Callitris (*C. Brongniarti* Endl.) weit in Mitteleuropa verbreitet (südl. Frankreich, Oberitalien, Tirol, Krain, Ungarn, Schlesien); die wenigen europäischen Standorte haben also den Charakter von Tertiärrelikten.

Es ist ein niedriger Baum, meist 6—8, im Maximum mit zirka 160 Jahren 10—12—15 Meter hoch, mit lockerer, meist vielwipfliger Krone und sehr starkem Ausschlagsvermögen, ähnlich der Eibe auch im langsamen Wachstum seines vortrefflichen Holzes und der Fähigkeit, Schatten zu ertragen. Feuer und Weide haben ihn meist zum vielstämmigen Busch erniedrigt. Die stärksten Exemplare von Takemsalett hatten 85 cm Umfang in Brusthöhe. Die brüchigen, artikulierten Zweige, die aus vier kapselartig sich öffnenden Schuppen bestehenden Zäpfchen und die breitgeflügelten Samen sind sehr bezeichnend. Er blüht reichlich im November und fruktifiziert im Juli des folgenden Jahres. Wir fanden die erst zum Teil geleerten kapselartigen Zapfen des vorigen Jahres noch an den Zweigen sitzend neben den noch unreifen der neuen Ernte. Sie waren zum Teil bedeckt, wie auch die Zweige, von den schneeweissen Muttertieren einer Schildlaus *Diaspis Juniperi* [Bouché] Signoret = *Diaspis visci* [Schrank] Loew, (nach freundlicher Bestimmung von Herrn Dr. Lindinger in Hamburg). Das Holz ist schwer und hart, mit dunklem Kern; die Rinde reich an Harzgängen, in welchem das Sandarakharz secerniert wird.

„Merkwürdig ist der Name dieses Harzes: mit dem Namen Sandarak bezeichnete man im Altertum allgemein den Realgar, das rote Schwefelarsen, und Flückiger macht es wahrscheinlich, dass der Name aus dem Sanskrit stammt. „Sandhya rac" ist das Abendrot, und es lag gewiss nahe, einen andern roten Körper ebenso zu bezeichnen. Wann und wo dieser Name auf das Harz übertragen wurde, ist nicht bekannt, aber bereits manche der arzneilichen Verwendungen, für welche Dioscorides Sandarak empfiehlt, machen es wahrscheinlich, dass das Harz und nicht der Realgar gemeint ist. Seit dem 12. Jahrhundert führt das Harz den Namen bernix oder fornix, woraus dann Firniss entstanden ist." (Hartwich.)

[1]) Siehe St. Sommier in Bulletino della Società Botanica Italiana 1906, pag. 115. — Der Baum wächst dort an beinahe unzugänglichen Felsen an der Südküste „(Makluba") und ist nach Sommier sicher wild.

[2]) Siehe Charles Pau: Le *Callitris quadrivalvis* Vent. nouveau pour la flore de l'Europe. — Bulletin de l'Académie Internationale de Géographie botanique, Tome XII, 1903, p. 521. — Der Baum ist dort äusserst spärlich; der Entdecker Jimenez fand nur 5 Bäume an drei Standorten in den Bergen bei Cartagena.

Mathey bezeichnet die Callitris als eine der wertvollsten Holzarten Algiers: ihr Holz brennt gut, gibt eine ausgezeichnete Kohle, ist für Möbeltischlerei durch seine Polierfähigkeit und seine Maserbildung sehr geeignet und sehr widerstandsfähig gegen Wind und Wetter. Die Dachsparren der „Gourbis" der Eingeborenen, die Holzgitter der „Moucharabiés" der maurischen Häuser werden daraus erstellt; in Tlemcen sahen wir an einer alten arabischen Burg dicke Stützbalken aus Callitris; das Sandarakharz wird zu Firnissen gewonnen (namentlich in Marokko), oder zur Darstellung eines sehr gesuchten Peches verwendet, und die Zweige werden gerne vom Vieh gefressen. Der Baum nimmt mit dem schlechtesten Boden vorlieb und hat ausserdem die in Algier besonders wertvolle Eigenschaft, dem Feuer zu widerstehen, in dem Sinne, dass er aus dem erhalten gebliebenen Stock zahlreiche Lohden treibt. Das Schneiden und das Beweiden vermehrt noch die Zahl dieser grundständigen Ersatzknospen und so bilden sich allmählich am Grunde des Baumes gewaltige Maserknollen aus, die sogenannten „Loupes", die bis gegen 1 Meter Durchmesser erreichen und ein ausserordentlich geschätztes Objekt der Möbeltischlerei bilden. Aus diesen Maserknollen wurden die „Citrus"[1])-Tischchen der reichen Römer hergestellt, für die nach Plinius bis zu einer Million Mark bezahlt wurden. Nach der Pariser Weltausstellung 1855, wo die aus Algier ausgestellten Maserfourniere aus Callitris Aufsehen erregten, war der Artikel eine Zeitlang wieder sehr begehrt und die Callitrisbestände wurden infolgedessen stark dezimiert. Denn nur gesunde Knollen sind brauchbar, und um das zu beurteilen, muss die Knolle ausgegraben werden: so müssen oft ein Dutzend

[1]) „Mit dem Namen Cedrus oder Citrus bezeichneten die Alten nicht nur die auch jetzt so genannte Zeder, sondern auch Arten von Juniperus und die *Callitris quadrivalvis*, also wohl mediterrane Koniferen von kräftigem Geruch. Der bei den Franzosen gebräuchliche Name des Baumes Thuya geht auf Theophrastos *Θύα*, *Θυία* zurück. Damals war der Baum offenbar viel weiter verbreitet, denn nach ihm wuchs er viel weiter östlich, in der Oase des Jupiter Ammon. Im ersten Jahrhundert nach Christus, als die Römer, wie schon gesagt, so grossen Luxus in den Tischen aus dem Holz des Cedrus oder Citrus entfalteten, lernten sie auch zuerst die fern aus dem Osten stammenden Früchte der Aurantiaceen, und zwar den *Citrus medica* L. subsp. *genuina* Engl. mit dicker, wohlriechender Schale und spärlichem, saurem Fruchtfleisch kennen. Den Baum kannte man noch nicht. Diese Früchte stimmen in einem Punkte mit dem Holz des Citrus überein, nämlich durch ihren kräftigen Geruch schützen sie wollene Stoffe, wenn sie dazwischen gelegt wurden, wie man es mit Spänen des Citrusholzes machte, vor Motten. So glaubte man, dass die fremden Früchte die des Citrusbaumes seien und übertrug den Namen des Holzes auf die Früchte. Somit hat die Gattung Citrus, die uns die Limonen, Zitronen, Orangen, Mandarinen, das Bergamottöl, das Zitronenöl, das Orangenblätteröl liefert, ihren Namen von den nordafrikanischen Koniferen, in erster Linie von der *Callitris quadrivalvis* erhalten, und so bietet dieser eigentlich kümmerlich aussehende, unschöne Baum genug des Interessanten." (Hartwich.)

Bäume geopfert werden, bis man eine brauchbare Maserknolle findet. Seit etwa 1890 hat die Nachfrage aber stark nachgelassen.

Die staatlichen Callitris-Wälder des algerischen Tell umfassen nach der Statistik von Lefebvre zirka 100,000[1]) Hektaren. Die *Callitris* ist gemischt mit Oliven, Pistacien, *Phillyrea*, *Quercus coccifera* L., oft auch mit der Aleppokiefer, und der Wald stellt meist ein lockeres Buschwerk dar, das durch Weide und Feuer dezimiert ist. Dabei spielt die Pistacie die Rolle eines Schutzholzes für die grossen Bäume, deren Keimlinge in ihren Kugelbüschen aufschiessen. Die *Callitris* ist ferner sehr häufig dem Aleppokiefernwald beigemischt; sie erträgt Beschattung gut und ihre Samen gehen gerne im Schutze der *Phillyrea*, des *Rosmarinus* der *Erica*, ja selbst in den *Stipa*-Horsten auf. Auf den pliocänen Sanden von Mostaganem tritt nach Mathey die *Callitris* mit *Olea* und *Pinus halepensis* Mill. als „Klimax-Vegetation", als Abschluss einer Sukzession auf, die mit krautigen Sandpflanzen beginnt und durch „Lande" mit *Retama*, *Halimium* und *Ephedra* zu Macchien mit *Quercus coccifera* L., *Calycotome*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Arbutus* und schliesslich zur „phase forestière" führt. Auch auf dem vulkanischen Boden desselben Gebietes (Diorit) bildet sie im „forêt des Figuiers" den Abschluss einer ähnlichen Serie.

In dem von uns begangenen Callitris-Bestand mischten sich als weitere Holzpflanzen bei: die wilde Olive (*Olea europaea* L. v. *Oleaster* DC.), die niedrige, weit ausgebreitete *Pistacia Lentiscus* L., deren Wurzelstöcke ein beliebtes Material zur Herstellung von Holzkohle liefern, dann der Johannisbrotbaum (*Ceratonia siliqua* L.), die stachliche *Calycotome spinosa* Lam., an deren Dornen überall Fetzen von Schafwolle hängen, zum Beweis, dass auch hier die verderbliche Weide ausgeübt wird. Auch duftender *Rosmarin* und der niedrige *Rhamnus oleoides* L. fehlen nicht; seltener ist *Quercus coccifera* L. Den Macchiencharakter bezeugen *Arbutus Unedo* L., *Phillyrea media* L., *Rhamnus alaternus* L. und eine Reihe von Cistrosen (*Cistus heterophyllus* Desf., *C. ladaniferus* L., *C. salviifolius* L. und *C. Clusii* Dunal); die seltene *Anthyllis cytisoides* L. bildet kleine Büsche, ebenso *Linum suffruticosum* L., *Globularia Alypum* L. und *Withania frutescens* Pauq.

Als Liane tritt *Ephedra altissima* Desf. auf, welche in stattlichen Exemplaren mit armsdicken Stämmen die *Callitris* erklettert.

[1]) Nach Lefebvre: Les forêts d'Algerie (1900), weisen die verschiedenen Staatswälder des algerischen Tell folgende Flächen auf: *Quercus suber* 426,000 Hektaren, *Pinus halepensis* 570,000, *Quercus Ilex* u. *Quercus coccifera* 460,000, *Quercus Mirbeckii* u. *Q. Afares* 50,000, *Cedrus* 35,000, *Callitris* 100,000, *Juniperus phoenicea* 80,000, *Pinus maritima* 1500, Mischwalder (Ulme, Esche, Olive, Pappel) 25,000, Macchien 250,000 Hektaren.

Zwischen den Büschen breitet sich blumenreicher Rasen aus, geschmückt mit *Ophrys fusca* Link, *Orchis papilionaceus* L., *lacteus* Poir. mit *Halimium umbellatum* Spach, *Iberis odorata* L., *Eruca setulosa* Boiss., *Parietaria officinalis* L. Dagegen fehlen *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link und *Chamaerops humilis* L. völlig.

Auf einem brach liegenden Gersten-Acker stellt sich *Statice Thouini* Viv. ein, ferner *Bellis annua* L., *Trixago apula* Steven, *Ferula communis* L., *Anthyllis tetraphylla* L., *Helianthemum virgatum* Pers., mit zahlreichen Gräsern (*Poa bulbosa* L. var. *vivipera*, *Anthoxanthum odoratum* L.).

Stellenweise herrscht, in mannshohen Horsten blühend, *Stipa tenacissima* L.; sie bildet, mit *Artemisia herba alba* Asso untermischt, steppenartige Vegetationen.

So stellt das Ganze eine Parklandschaft dar, gemischt aus lockerer Macchie, Grasflur und Steppe.

Die Rendite dieses Bestandes ist eine minimale: das Haupterzeugnis ist die Halfa, die von den Eingeborenen gegen ein Pachtgeld von 5 Fr. pro Monat geerntet wird, mit einer Schonzeit vom 15. Januar bis 15. Mai; sie verkaufen den Zentner zu 2 Fr. Dann wird die *Pistacia Lentiscus* L. für Holzkohle ausgebeutet. Die *Callitris* liefert die bekannten Maserknollen, Stangen für Pfähle, Rinde zum Färben, Pech für Hufschmiede, das aus dem Holz destilliert wird, und Holz für Schnitzarbeiten der Eingeborenen. Im Jahre 1892 wurde der Bestand zu drei Viertel vom Feuer vernichtet.

Ein ähnlicher *Callitris*-Bestand bei Sidi-Medjahed, der nächsten Station der Bahn westlich von Turenne, erwies sich nach freundlicher Mitteilung von Dr. E. Pritzel analog zusammengesetzt: *Callitris*-Bäume von 7—8 m Höhe und 36 cm Durchmesser, als Unterholz *Pistacia Lentiscus* L., *Olea europaea* L. var. *Oleaster* DC., *Phillyrea media* L., *Asparagus horridus* L., *Calycotome spinosa* Lam., *Lavandula dentata* L., *Rosmarinus*, *Cistus Clusii* Dunal v. *heterophyllus* Desf., *Ephedra altissima* Desf., *Ceratonia siliqua* L., *Rhus oxyacantha* Cav., *Quercus coccifera* L., *Rhamnus alaternus* L., *Clematis cirrhosa* L.; auch hier fehlten *Stipa tenacissima* L. und *Artemisia herba alba* Asso nicht.

6. Der Aleppoföhrenwald.

Die durch das ganze Mittelmeergebiet, östlich bis Palästina, Syrien und den östlichen Pontus verbreitete Aleppokiefer (*Pinus halepensis* Mill.) bildet im Tell-Atlas einen wichtigen Vegetationsbestandteil der montanen und submontanen Stufe. Nach Lefebvre nehmen die staatlichen Aleppoföhrenwälder des Tell eine Fläche von 570000 Hektaren ein. In dieser Höhenlage lässt sich diese Holzart fast ununterbrochen von der Grenze Marokkos bis nach Tunesien verfolgen. In ähnlicher

Weise trifft man sie auch auf der Nordseite des Sahara-Atlas und im Aurèsgebirge, sowie auf einigen Inselgebirgen, die sich aus dem Hochland der Chotts erheben. Auch im Küstengebiet kommen teils ursprüngliche, teils angepflanzte Wälder der Aleppokiefer vor und zwar besonders auf trockenem, sandigem Boden. Es ist ein kalkliebender, aber sehr genügsamer Baum, der auch mit einer recht geringen jährlichen Regenmenge (nach Lefebvre sogar mit nur 30 cm!) auszukommen vermag, die notwendige Feuchtigkeit entnimmt er vermittelst seiner kräftigen, langen Wurzeln tieferen Bodenschichten. In Algier erreicht der Baum eine Meereshöhe von 1500 m, in Marokko 1700 m.

Wie keine andere Waldform Nordafrikas sind die Aleppoföhrenwälder verheerenden Feuersbrünsten ausgesetzt. Wiederholt sind dem vom Sciroccosturm begünstigten Feuer gewaltige Waldflächen zum Opfer gefallen. Die in den Zapfen eingeschlossenen Samen überstehen grösstenteils die Katastrophen, so dass die Regeneration der Bestände relativ rasch vor sich gehen kann. In der Umgebung von Algier haben wir zwei grössere Aleppoföhrenwaldungen, ihr Unterholz und ihre Begleitflora kennen gelernt:

a) Der „Forêt de Baïnen"; er liegt 9 km nordwestlich von Algier und ist Staatswald (500 ha). Auch dieser Wald ist wiederholt abgebrannt. Derselbe wurde 1875 an Stelle einer ganz entwaldeten Strecke angelegt. Im unteren Teil besteht er hauptsächlich aus Aleppokiefern. Vereinzelt sieht man auch *P. Pinaster* Sol. und *P. nigra* Arn. eingesprengt. Längs der gut angelegten und vorzüglich unterhaltenen Forststrasse sind *Eucalypten* und *Casuarinen* angepflanzt, ebenso um das massiv gebaute, hübsche Försterhaus *Quercus Mirbeckii* Dur., und der Bastard von *Q. Afares* Pomel mit *Q. suber* L. (= *Q. kabylica* Trabut), in verschiedenen Abänderungen. Die Eichen Algeriens bilden sehr gerne Mischlinge, deren Deutung aber oft Schwierigkeiten macht.

Stellenweise sieht man zwischen den Aleppoföhren Partien von *Eucalyptus globulus* DC.; die massenhaft in Längsstreifen abgeschälten und in den Verzweigungen hängen gebliebenen Rindenreste nehmen sich höchst phantastisch aus. Überhaupt muss hervorgehoben werden, dass der *Eucalyptus* im Küstengebiet Algeriens ungemein verbreitet ist, so wie sonst wohl nirgends im Mittelmeergebiet. Nicht nur wird er in einer überraschend grossen Anzahl von Arten gepflanzt, öfters sieht man ihn sogar in eigentlichen Waldungen, so z. B. in der Nähe von Maison-Carrée, wo die Gattung nach L. Trabut in nicht weniger als 140 Arten vertreten ist. Auch in der Niederung von Tizi-Ouzou sahen wir, in einer Meereshöhe von etwas über 100 m, Auenwaldungen, in denen neben Silberpappeln (*Populus alba* L.), Weiden und Tamarisken der *Eucalyptus* tonangebend war.

Die *Albizzia lophantha* (Willd.) Benth. mit ihren doppelt gefiederten Blättern und einige Acacien (*Acacia glaucophylla* Steud. und *A. melanoxylon* R. Br.) mit Phyllodien versetzen uns ebenfalls nach Australien. Durch die Vereinigung und Massenhaftigkeit von Eucalypten mit Acacien und Albizzien ergeben sich im algerischen Litoralgebiet vielfach ganz australische Vegetationsbilder. Für Algerien ist der Eucalyptus zu einem wichtigen Nutzholz geworden, ausgezeichnet durch rasches Wachstum (Jahrringe von 3–4 cm Breite kommen vor!) und gewaltige Regenerationsfähigkeit. Bis auf 2 m Höhe völlig geköpfte Stämme schlagen bald wieder aus und bilden in kurzer Zeit neue Kronen; doch sehen solche verschundene Baumgruppen oder Alleen äusserst hässlich aus.

Das macchienartige Unterholz des Forêt de Baïnen besteht aus folgenden Arten:

Arbutus Unedo L.
Calycotome spinosa Lam.
Chamaerops humilis L.
Cistus monspeliensis L.
C. salviifolius L.
Cytisus arboreus DC.
C. baeticus Webb (nach Dr. Rübel)
C. linifolius Lam.
C. triflorus L'Hérit.
Erica arborea L.
Fraxinus excelsior L. v. *oxyphylla* Marsch. Bieb.
Lavandula stoechas L.
Myrtus communis L.
Olea europaea L. v. *Oleaster* DC.
Pistacia Lentiscus L.
Phillyrea latifolia L.

Quercus coccifera L. tritt in einer auffallend grossblättrigen und wenig stacheligen Schattenform (v. *latifolia* Batt. et Trab.) auf. Lianenartig durchziehen das Gebüsch *Lonicera implexa* L. und *Rubia peregrina* L., und hin und wieder erhebt sich ein stattliches Büschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link.

Bei der Dichte des Unterholzes ist die Begleitflora nicht besonders reich. Wir haben bemerkt:

Festuca coerulescens Desf.
Carex Halleriana Asso
Ophrys tenthredinifera Willd.
Gladiolus segetum L.
Urginea maritima Baker (fol.)
Eryngium dichotomum Desf. (fol.)
Scilla numidica Poir. massenhaft (fol.)
S. obtusifolia Desf. (fol.)
S. lingulata Poir.
Allium triquetrum L.
Viola arborescens L.
Orobanche condensata Moris

An feuchten Felsen kommen vor:

Asplenium Adiantum nigrum L. und *Gymnogramme leptophylla* (L.) Desv.

In einer Höhe von 160—200 m über Meer ändert sich das Bild, *Pinus halepensis* Mill. verschwindet und wird durch *Quercus suber* L.

ersetzt. Die Korkeiche ist im Sahel ursprünglich einheimisch. Die Bäume sehen schlecht aus, grössere Exemplare sind spärlich. Bei der Korkernte muss darauf gesehen werden, dass die entblösste Stelle mit dem männlichen Kork oder mit Moos geschützt wird. Trotz dieser Vorsichtsmassregel gehen die Bäume gern ein, besonders wenn nach dem Schälen der Scirocco weht. Durch unvorsichtiges Entrinden sind oft ganze Wälder zum Absterben gebracht worden.

Das Unterholz dieser Korkeichenwaldung zeigt mit ihrer grossen Zahl sommergrüner Arten schon mehr nordisches Gepräge:

Rubus, sehr reichlich
Crataegus monogyna Jacq.
Prunus insititia L. massenhaft.
Sarothamnus scoparius (L.) Wimmer

Dazu gesellen sich mancherlei Macchiensträucher, besonders *Erica arborea* L. und *Cistus monspeliensis* L., auf dessen Wurzeln *Cytinus hypocistis* L. schmarotzt. Der Parasit mit seinen schuppenförmigen purpurroten Deckblättern und lebhaft orangegelben Blüten nimmt sich ungemein fremdartig aus, noch auffälliger ist er aber unmittelbar nachdem er die Erde durchbrochen hat, durch die intensiv roten ovalen Körper, die zwischen dem dunkelgrünen Laub förmlich hervorleuchten. Hin und wieder erhebt sich in üppiger Pracht und voller Blüte ein *Asphodelus microcarpus* Viv. Im Gebüsch schlingt *Asparagus acutifolius* L. und am Boden sieht man die grossen Blattrosetten der *Centaurea Tagana* Brot.

b) Der Aleppoföhrenwald von Sidi-Ferruch. Bei etwas gegen das Meer abfallendem Gelände stockt dieser 25 km westlich von Algier gelegene Staatswald auf sandigsteinigem, humusarmem Boden. Er trägt viel mehr den Charakter der Ursprünglichkeit als der Forêt de Baïnen. Die Bäume sind schöner, kräftigerer entwickelt, z. T. erreichen sie sogar recht stattliche Dimensionen. Einzelne gewaltige Exemplare tragen am alten Holz, im Astwerk und am Stamm hunderte von Zapfen. Der Stand ist ziemlich offen, so dass die meisten Kiefern in ihrem Wachstum nicht beengt und mehr oder weniger allseitig belichtet sind. Macchien- und Gariguespflanzen, Stauden und Therophyten füllen die Zwischenräume aus, vielfach tritt der nackte Boden jedoch zutage. Als erster Ansiedler stellt sich oft *Cladonia alcicornis* Lightf. massenhaft ein.

α) Macchien- und Gariguespflanzen.

Chamaerops humilis L.
Juniperus phoenicea L.
Quercus coccifera L.
Phillyrea latifolia L.
Cistus heterophyllus Desf. mit
Cytinus hypocistis L.
Cistus salviifolius L.
Fumana laevipes Spach

Pistacia Lentiscus L.
Arbutus Unedo L.
Erica arborea L.
Lavandula stoechas L.
Micromeria inodora Benth.
Helichrysum rupestre Raff.

Als Schlingpflanzen durchsetzen das Gebüsch *Clematis cirrhosa* L., *Lonicera implexa* L. und *Rubia peregrina* L.

β) Kräuter und Stauden.

Urginea maritima Bak. mit von einer *Chytridiacee* befallenen Blättern, ferner

Astragalus Caprinus L.
Hedysarum capitatum Desf.
Alcanna tinctoria L.
Armeria mauritanica L.
Asteriscus maritimus Mönch
Calendula Monardi Boiss.
Chrysanthemum coronarium L.

γ. Therophyten.

Ammochloa pungens Desf.
Helianthemum guttatum Poir.
H. salicifolium Pers.
Silene colorata Poir.
Brassica Tournefortii Gouan
Melilotus sulcata Desf.
Tetragonolobus purpureus Mönch an kurzrasigen Stellen
Rumex bucephalophorus L.
Anagallis arvensis L. ssp. *foeminea* (Mill.) Schinz et Thell.
Cerinthe gymnandra Gasp.
Andryala integrifolia L. ⊙
Leucanthemum glabrum Boiss. et Reut.
Senecio leucanthemifolius Poir.

7. Der Korkeichenwald.

(Tafel VIa und VII.)

Die Korkeiche ist ein Baum des westlichen Mittelmeerbeckens und der angrenzenden Teile der atlantischen Küste, von Rabat in Marokko (34° N.) bis Bordeaux (45° N.). Die Angaben von Dalmatien beziehen sich auf die naheverwandte *Q. pseudosuber* Santi, deren Rinde aber unbenutzbar ist. Ihre natürliche Ostgrenze erreicht die eigentliche Korkeiche bereits in Italien, in den illyrischen Küstenländern kennt man sie nur noch angepflanzt.

Für die Westmediterraneïs ist die Korkeiche eine der wichtigsten Nutzpflanzen. Die Massenzentren ihrer Ausbeutung liegen im südwestlichen Portugal (Algarbien, Estremadura, Alemtajo), in Spanien in den Provinzen Katalonien und Cadix, sowie in Algerien, wo sie besonders in den Gebieten östlich von Algier bis zur tunesischen Grenze grössere Waldungen bildet. Nach E. A. Müller betrug 1896 die Gesamtproduktion der Mittelmeerländer an Kork etwa 110 Millionen Kilogramm im Wert von rund hundert Millionen Franken.

Die Korkeiche gedeiht am besten auf Hügeln und Gebirgsländern von mittlerer Erhebung. In Algerien erreicht sie mit 1300 m ihre

grösste Meereshöhe. Sie ist ziemlich frostempfindlich, verlangt aber einen gewissen Grad von Feuchtigkeit. Dies kommt auch in der starken Entwicklung des Wurzelsystems zum Ausdruck; ihre Pfahlwurzel dringt tief in den Boden ein. Im trockenen Oranais meidet der Baum daher das Küstengebiet, erst um Tlemcen und Mascara findet er die ihm zusagenden Niederschlagsverhältnisse. Auch in bezug auf die Bodenbeschaffenheit erhebt der Baum ganz bestimmte Ansprüche, er meidet den Kalk, bevorzugt dagegen sandig-lockeren Untergrund, besonders wenn derselbe in nicht zu grosser Tiefe von einer undurchlässigen und daher das Wasser auffangenden Bodenschicht unterbrochen wird.

Die Korkeiche ist ein Lichtbaum mit weit ausladendem, knorrigen Geäst. Die Krone ist aufgelöster, zerzauster, dürftiger belaubt als bei der Steineiche (*Quercus Ilex* L.). Der Baum erreicht meist nur mittlere Grösse, eine Höhe von 10—15 m mit einem Stammumfang von 3—5 m sind schon ansehnliche Gestalten. Doch werden diese Maße gelegentlich erheblich übertroffen. A. Lamey erwähnt einen Baum aus der Gegend von Bône, der 1 m über dem Boden gemessen einen Umfang von 11 m ergab, und S. Pimentel ein Exemplar nordwestlich von Setubal (südl. Lissabon), das zwar nur 9 m Umfang hatte, aber eine Höhe von 18 m zeigte. Solche Prachtexemplare sind selten und immer kernfaul, sie mögen über 200 Jahre alt sein. Auf fettem Boden wird der Kork schwammig, weicher und daher minderwertig, auf magerem Boden ist das Wachstum bedeutend langsamer, die Qualität aber wird besser, indem der Kork festere und grössere Gleichmässigkeit erhält.

Wir haben Gelegenheit gehabt, in der Nähe von Tlemcen zwei Korkeichenwälder kennen zu lernen.

a) Der Korkeichenwald von Zarifet, südwestlich Tlemcen bei 1100 m. — Dieser Wald macht keinen erfreulichen Eindruck. Die Bäume sind stellenweise so weit voneinander entfernt, dass man kaum mehr von einem Walde sprechen kann. Die einzelnen Exemplare fallen meistens durch ihre Kleinheit und Unansehnlichkeit auf, so bekommt man den Eindruck, als ob der Bestand stark ausgeholzt und fast nur die minderwertigen Bäume stehen geblieben wären. Bei dem trocken-steinigen Boden ist auch das macchienartige Unterholz recht dürftig entwickelt, und nimmt zuweilen fast Gariguecharakter an. Die ziemlich reiche Artenliste weist folgende Spezies auf:

Chamaerops humilis L.
Ruscus aculeatus L.
Quercus Ilex L.
Q. Mirbeckii Dur., spärlich.
Q. coccifera L., reichlicher.
Olea europaea L. v. *Oleaster* DC.

Daphne Gnidium L. (fol.)	*Calycotome spinosa* Lam.
Viburnum Tinus L., dürftig.	*Cytisus triflorus* L'Hérit.
Cistus Clusii Dunal	*Crataegus monogyna* Jacq.
Cistus ladaniferus L.	*Lavandula Stoechas* L.
C. salviifolius L.	*Arbutus Unedo* L.
Genista spec. (fol.)	*Erica arborea* L. (1 Exempl.)

Von Schlingpflanzen sind *Rosa sempervirens* L. und *Asparagus acutifolius* L. vertreten. Auch hier fehlen die derben Blattbüschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link nicht, und in den offenen Stellen zwischen dem Gesträuch machen sich besonders *Asphodelus microcarpus* Viv. und die dunkelgrünen Laubblattbüschel der *Urginea maritima* Bak. bemerkbar. Von weiteren Begleitpflanzen kommen vor:

Orchis pictus Loisl.	*Hedysarum capitatum* Desf.
O. tridentatus Scop.	*Bellis annua* L.
Ranunculus chaerophyllos L.	*Bellis silvestris* L.
R. rupestris Guss.	*Hedypnois polymorpha* DC.
Anemone palmata L.	

b) Der Korkeichenwald von Hafir, 23 km westsüdwestlich von Tlemcen (gegen die marokkanische Grenze) bei ca. 1000—1280 m gelegen, gewährt dagegen ein viel erfreulicheres Bild. Die gesamte Waldfläche umfasst etwa 10000 Hektaren. Es sind Mischbestände von *Quercus Suber* L., *Quercus Ilex* L., *Quercus Mirbeckii* Dur. (Chêne Zen) und *Callitris* mit einem überaus üppigem, macchienartigem Unterholz. Die Korkeiche beansprucht ca. 4000 Hektaren und ist zum grossen Teil in prachtvollen, öfters 200—300 Jahre alten, gewaltigen Bäumen mit weit ausladendem Geäst vertreten. Mit der Entkorkung gehen hier die Forstbehörden nur bis in die unteren Teile der Hauptäste, mithin bis zu einer Höhe von 4 bis 4½ m. Um beim Dickenwachstum der Bäume das unregelmässige Aufreissen der Rinde und damit die Entwertung der Korkplatten zu verhindern, werden je nach der Mächtigkeit des Baumes in den Stamm jeweilen 1—4 oberflächliche Längsschnitte gezogen. An ein und demselben Exemplar kann 8—10 mal Kork gewonnen werden. In den Vegetationsbildern von Schenk und Karsten (Reihe X, Heft 2/3 [1912]) haben wir den oberen Teil des Stammes einer Korkeiche dargestellt (Textbild), an der man fünf sukzessive Schälungen erkennen kann. Übrigens überwacht die Forstverwaltung nicht nur die sachgemässe Ausbeutung dieser Waldungen, in der Nähe der sauberen, massiv gebauten Wohnungen der Beamten, wo wir in liebenswürdigster Weise durch M. Laporte, Conservateur des Eaux et Forêts und Inspektor Bricogne empfangen und bewirtet wurden, sahen wir

auch in Pflanzgärten junge Korkeichensaaten in verschiedenen Altersstufen. Bäume mit einem Stammumfang von 2,3—2,8 m sind keine Seltenheit. Etwas abseits vom Waldweg gibt es im Foret de Hafir vielfach noch ganz urwaldartige Vegetationsbilder. Die Dichtigkeit und Üppigkeit des Unterholzes tragen nicht wenig dazu bei, diesen Eindruck zu verstärken; auch das Tierleben ist noch ungewöhnlich reich; zahlreiche Vögel beleben mit ihrem Gesang und Gezwitscher die Einsamkeit, Wildtauben flattern, von den ungewohnten Besuchern aufgescheucht von Baum zu Baum, wir sahen auch Spuren vom Wildschwein, das hier noch häufig ist und am Waldbächlein haben sich Laubfrösche und grosse Sumpfschildkröten niedergelassen. Um 4 Uhr nachmittags zeigte das Thermometer 19° C. (12. April). Die sommergrüne, dem Verwandtschaftskreis der *Quercus sessiliflora* Salisb. angehörende *Quercus Mirbeckii* Dur. mit mehr aufstrebendem Geäst beginnt erst sich zu belauben. Auch *Quercus Morisii* Borzi (*Quercus Ilex* v. *Ballota* Desf. × *Quercus Suber* L.) haben wir gesammelt.

Je nach Exposition, Feuchtigkeit des Bodens und vorherrschender Holzart ändert auch die Unterflora. Entsprechend der verhältnismässig hohen Gebirgslage fehlen bereits eine ganze Reihe von Macchiensträuchern. *Erica arborea* L. bildet im Unterholz stellenweise fast reine Ericeten,[1] in anderen Teilen herrscht *Arbutus Unedo* L., hier im dichten Waldesschatten ist sein Laub matter und weniger derb, als bei voller Insolation; der Erdbeerbaum entwickelt gewaltige Büsche, ja zum Teil nimmt er sogar Baumform an. An einem Exemplar wurde ein Kronenumfang von etwa 15 m festgestellt. Längs einer kleinen Wasserader stand *Viburnum Tinus* L. in 2—3½ m hohen Sträuchern in voller Blüte. An anderen Stellen hatte sich *Cistus salviifolius* L. in grosser Menge angesiedelt. Dass diese Art hier offenbar in der Nähe ihrer oberen Grenze angelangt war, ergab sich aus der Tatsache, dass fast alle jungen Triebe erfroren waren, eine Folge des Temperatursturzes vom Ostermontag mit 10 cm hohem Schneefall. Wo der Wald endlich lichter und entsprechend trockener wird, da bedeckt bald der Adlerfarn (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), ein ausgesprochener Magerkeitszeiger, weite Flächen oder es erscheinen die Blattbüschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link; vorjährige abgestorbene Halme hatten eine Höhe bis zu 2,8 m.

[1]) Die grossen Maserknollen am Grunde der Stämme von *Erica arborea* L. werden in Algerien massenhaft ausgegraben und zu Pfeifenköpfen verarbeitet. Der Abfall bei dieser Verarbeitung wird gelegentlich als Gerbematerial verwertet. Er enthält aber nur 5,07 % Gerbstoff. (C. Hartwich.)

Meist häufig, aber nie den Charakter von Leitpflanzen annehmend, waren im Unterholz vertreten:

Juniperus Oxycedrus L.
Quercus Ilex L. v. *Ballota* Desf.
Cistus Clusii Dunal
C. ladaniferus L.
Ruscus aculeatus L.
R. hypophyllum L. (?)
Cytisus triflorus L'Hérit.
Genista scorpius L. (fol.)
Calycotome spinosa Lam.
Crataegus monogyna Jacq.
Lavandula stoechas L.
Daphne Gnidium L.

Und als Liane *Asparagus acutifolius* L. An Felsen wuchert *Hedera Helix* L. in üppiger Fülle und *Asplenium Adiantum nigrum* L. schaukelt im Winde seine über spannenlange Wedel. An Bachufern wächst *Populus nigra* L. und längs des Wasserlaufes *Juncus acutus* L.; im Wasser selbst *Ranunculus trichophyllus* Chaix.

Bei dem meistens dichten Bestandesschluss ist die Bodenflora nicht besonders reich vorhanden, auch mag sich vieles, weil noch nicht entwickelt, unsern Blicken entzogen haben:

Festuca indigesta Boiss.
Anthoxanthum odoratum L.
Narcissus Tazetta L.
Orchis lacteus Poir.
O. papilionaceus L.
O. pictus Loisl.
O. tridentatus Scop.
Gagea circinnata Dur.
Asphodelus cerasiferus J. Gay (?)
Romulea Bulbocodium Seb. et Maur.
Anemone palmata L.
Ranunculus rupestris Guss.
Ficaria calthaefolia L.
Arabis albida Stev.
Saxifraga atlantica Boiss. et Reut.
Umbilicus horizontalis Guss.
Acanthus mollis L. fol.
Scrophularia sambucifolia L. (fol.)? mit vorjährigen Fruchtständen.
Bellis silvestris L. v. *atlantica* Boiss.
Cardamine hirsuta L.
Taraxacum oboratum DC.
Asplenium Trichomanes L.

Den Rückweg nahmen wir über die kahle Hochfläche von Terni. Der rotbraune, offenbar eisenschüssige Boden zeigte noch beinahe kein vegetatives Leben, zu Tausenden erhoben sich noch die vorjährigen, völlig abgestorbenen Sprosse der *Carlina lanata* L.; einzelne Exemplare waren losgelöst und ein Spielball der Winde. Als erster Frühlingsbote begrüsste uns stellenweise massenhaft, wahre Miniaturgärtchen bildend, die in der toten Umgebung auf Herz und Auge doppelt erfrischend wirkten, *Asphodelus acaulis* Desf. mit ihren zart rosarot angehauchten, stengellos der Erde aufsitzenden, einen angenehmen Geruch verbreitenden Blüten.

8. Barrancoflora.

Eine enge Schlucht zwischen hohen Kalkfelswänden, durch mehrere Querriegel in eine Reihe von Etagen gegliedert; eine reiche Fülle von Wasser, das sich bald in Gischt und Sprühregen auflösend über mehrere turmhohe Felswände stürzt, bald wiederum in kleinen, ruhigen, blockbesäten Becken[1] sammelt, so klar, dass in diesen natürlichen Spiegeln die ganze Umgebung bis in die kleinsten Einzelheiten erkennbar ist; dazu eine üppige Pflanzenwelt, die das kleinste besiedelungsfähige Plätzchen in Besitz genommen hat und mit einer wahren Verschwendung saftig grüner Triebe von duftig zarten Tönen bis zum düstern, matten Schwarzgrün das tote Gestein verhüllt — das sind Landschafts- und Vegetationsbilder, die man in Afrika kaum sucht. Die Wasserfälle und die Schlucht des Safsaf bei El-Ourit, 6 km östlich von Tlemcen, eine sehr lohnende Nachmittagsexkursion, sind ein typisches Beispiel atlassischer Barrancoflora. Den Gesamteindruck vermag ich nicht besser wieder zu geben als mit den Worten: Landschaftlich ein Stück Jura, nach den Vegetationsverhältnissen unser insubrisches Tessin. Wenn auch der Florenbestand mehrfache Abweichungen aufweist, so ist doch die Ähnlichkeit mit den Schluchten der südalpinen Randseenzone in mehrfacher Hinsicht geradezu überraschend. An das südliche Tessin erinnern:

a) Der Farnreichtum. *Adiantum Capillus veneris* L. bekleidet die Felswände in der Nähe des Safsaf oder die feuchten Lehmeinschnitte längs der Saumwege. Zum Venushaar gesellen sich *Gymnogramme leptophylla* (L.) Desv. und der südlichere, dem Tessin fehlende *Cheilanthes fragrans* Hook. Auf Felsblöcken haben sich *Ceterach officinarum* Willd., *Selaginella denticulata* Link und *Asplenium Trichomanes* L. angesiedelt, und im feuchten Humusboden wuchern in üppiger Fülle die ungeteilten Wedel der Hirschzunge (*Phyllitis Scolopendrium* (L.) Newman).

b) Die reiche Mischung von vorwiegend sommergrünen Holzpflanzen. Es sind vielfach dieselben Arten oder doch nahe Verwandte, die auch der Südschweiz angehören. Reichlich tritt der Feigenbaum auf; meist noch völlig unbelaubt, heben sich seine weisslichen Äste doppelt wirkungsvoll vom Grün der Umgebung ab. Der Lorbeer fehlt nicht. *Rubus discolor* Weihe überzieht ganze Gebüsche, die unter der Last zusammenbrechen. *Hedera Helix* L. bekleidet Felsen und Baumstämme; in der feuchten Luft entwickeln

[1] Hier fand Prof. R. Lauterborn Melanien und in Bächen bei Michelet (Grande Kabylie) wurde von ihm als neu für Afrika der Strudelwurm *Polycelis cornuta* Johnson gefunden.

sich die Blätter zu ungewöhnlicher Grösse. *Salix cinerea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Sambucus nigra* L., *Ulmus campestris* L. sind ebenfalls Typen nordischer Abstammung. Die Esche ist in der nordafrikanischen Rasse (*Fraxinus excelsior* L. v. *oxyphylla* Marsch. Bieb.) vertreten, daneben erhebt sich die Manna-Esche (*Fraxinus Ornus* L.). Im Gebüsch windet die Schmerwurz (*Tamus communis* L.).

Doch zu diesen uns wohlbekannten Gestalten gesellen sich einige südlicherere Arten, auch sie sind meistens laubwechselnd: *Punica Granatum* L. (subspontan): *Jasminum fruticans* L. hat bereits die gelben, wohlriechenden Blüten entfaltet. *Tamarix africana* Poir. und *Capparis spinosa* L. treten nur vereinzelt auf. An Stelle der Weiden begleitet der Oleander den Flusslauf, doch die Sklerophyllen fehlen nicht ganz. Wir haben *Viburnum Tinus* L., *Rhamnus Alaternus* L. und *Chamaerops humilis* L. bemerkt, und von Schling- und Klimmpflanzen *Rosa sempervirens* L. *Rubia peregrina* L. und *Smilax aspera* L.; *Vitis vinifera* L. ist vollständig verwildert und schlingt von Baum zu Baum, als Konkurrentin nimmt sich daneben *Ephedra altissima* Desf. sehr eigenartig aus.

c) Die starke Mischung von Pflanzen verschiedener Höhenstufen, sowie von mitteleuropäischen und mediterranen Arten. Für diese Tatsache ist schon die Liste der Holzpflanzen Beweis genug.

Von mitteleuropäischen Spezies haben wir ferner folgende Pflanzen bemerkt: *Viola odorata* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Möhringia trinervia* (L.) Clairv., *Thlaspi perfoliatum* L., *Mercurialis annua* L., *Sherardia arvensis* L., *Senecio vulgaris* L., *Sedum album* L., *S. dasyphyllum* L.

Die folgenden Arten tragen schon mehr südlichen Charakter, sind aber wenigstens noch im Kt. Tessin oder im Wallis anzutreffen: *Parietaria officinalis* L., *Arum italicum* Miller, *Asphodelus microcarpus* Viv. (der naheverwandte *A. albus* Miller findet sich bekanntlich noch am Mte. Generoso), *Hutchinsia petraea* (L.), R. Br., *Calendula arvensis* L. *Antirrhinum majus* L., *Hyoscyamus albus* L. und *Reseda alba* L. werden bei uns gelegentlich als vorübergehende Ansiedler beobachtet.

Mediterrane Arten der Niederungen, die an den Cascades des Safsaf verhältnismässig hoch ansteigen (700–1000 m), sind:

Ruscus hypophyllum L.
Ampelodesmus tenax (Vahl) Link.
Juncus acutus L.
Urginea maritima Bak.
bis über 900 m
Rumex bucephalophorus L.
Acanthus mollis L. (fol.)
Diplotaxis virgata DC.
Tetragonolobus purpureus Mönch
Paronychia argentea Lam.

Cynoglossum cheirifolium L.
Galium saccharatum All.
Umbilicus vulgaris Batt. (?)
Ruta bracteosa DC.
Micromeria inodora Benth.
Centranthus calcitrapa L.
Inula viscosa Ait.
Phagnalon rupestre DC.
Senecio leucanthemifolius Poir.
Thrincia tuberosa L.
Fedia Cornucopiae Gaertn.
Valerianella chlorodonta Coss.

Von Hochstauden kommen dazu *Athamanta sicula* L. und *Ferula communis* L. Endlich sind einige Arten nach ihrer Massenverbreitung in den Bergen als ausgesprochen montan-mediterrane Typen zu bezeichnen, so *Romulea Bulbocodium* Seb. et Maur., *Ranunculus rupestris* Guss., *Sarcocapnos crassifolia* DC., *Fumaria africana* Lam., *Smyrnium Olusatrum* L. und *Saxifraga globulifera* Desf. Nicht weniger bezeichnend ist endlich die Tatsache, dass die inneralgerischen Hochsteppen und die Wüstensteppen des Nordrandes der Sahara durch keine einzige Art vertreten sind.

d) Auch verkehrstechnisch und wirtschaftlich zeigt die Schlucht von El-Ourit gewisse Anklänge an den Kanton Tessin. Längs der Felswände zieht sich die Kunstbaute der Bahnlinie Sidi-Bel-Abbès-Tlemcen; einige Felsenvorsprünge werden von Tunnels durchbrochen, die enge Schlucht überwindet eine hohe Brücke, und in der Tiefe durchquert die Fahrstrasse das Tal. Und wie längs der Gotthardbahn, so sieht man auch hier, umgeben von blühenden Kirschbäumen und einigen noch kahlen Nussbäumen vereinzelte, kleine, halbzerfallene Häuschen, ohne jeglichen Verputz. Die Bewohner haben durch Terrassenbau in der Umgebung versucht, sich wenigstens einige Quadratmeter Land nutzbar zu machen. Ein kleines Gerstenäckerchen und etwas Gemüse, das ist alles. Doch es genügt der Bedürfnislosigkeit ihres Besitzers. Ein Teil des überschüssigen Wassers wird durch Bewässerungskanäle bis zu den Kulturen nach Tlemcen geleitet.

Auf dem Weg zwischen Tlemcen und den Cascades ist uns besonders die grosse Ungleichheit in der Entwicklung der Flora aufgefallen (11. April). Neben den noch ganz unbelaubten Pappeln blühten die Rosen; vielfach sah man die jungen Triebe der Eschen erfroren, indessen die Orangen unbeschädigt waren. Die Strasse führt zunächst mehrere Kilometer durch gut gepflegtes Kulturland, durch eine reich gegliederte Landschaft, in deren Vordergrund Hügel und Fruchtebenen in anmutigem Wechsel sich ablösen. Ein Kranz höherer Berge bildet im Hintergrund einen natürlichen Abschluss. Die Rebe wird bald in Lauben gehalten, oder sie windet sich als Liane bis in den Gipfel der Bäume. Einzelne grosse Ceratonien oder kräftige Mandel- und alte Feigenbäume erheben sich mitten aus

üppig-grünen Getreidefluren. Am Wegrand stehen Oliveten und am nahen Abhang eine Gruppe stacheliger Opuntien (*Opuntia Ficus indica* Haw). Doch die grössten Flächen beansprucht die Olive,[1]) ihr grauer Farbenton verleiht der Landschaft eine gewisse Melancholie, die aber z. Z. in anmutigster Weise gemildert wird, hat doch das Singrün (*Vinca major* L.) in unglaublicher Menge seine grossen, zartblauen Blüten förmlich über den ganzen Abhang ausgeschüttet; sie heben sich gar anmutig von ihrem glänzend dunkelgrünen Laube ab.

In grösserer Entfernung von Tlemcen erscheinen auf den miozänen Kalken offene Garigues mit einer reichen Begleitflora rasch



Phot. F. v. Oostrom Meyes, Deventer

Fig. 2. Kabylengehöft mit Ölpresse (März 1910)
(im Hintergrund das Dorf Taourirt Amram im Djurdjura-Gebirge).

vergänglicher Gewächse. *Chamaerops humilis* L., *Calycotome spinosa* L., *Juniperus Oxycedrus* L., *Pistacia Lentiscus* L. sind die vorherrschenden Typen. Zwischen dem Gesträuch erheben sich die Büschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link, die saftigen Blattbüschel von *Asphodelus cerasiferus* J. Gay, die Hochstauden von *Ferula communis* L., *Thapsia garganica* L. und *Kundmania sicula* DC. Eine reiche Ausbeute von

[1]) Die Gewinnung des Olivenöls erfolgt vielfach noch mit äusserst primitiven Pressen. Die beigegebene Abbildung nach einer photographischen Aufnahme aus der Grand Kabylie, unweit Michelet, gibt eine gute Vorstellung von der einfachen Technik der Ölgewinnung.

schönen Orchideen (*Orchis papilionaceus* L., *Ophrys tenthredinifera* Willd.) ist uns sicher, mehrere Tragantarten (*Astragalus Glaux* L. und *A. sesameus* L.), Schlingpflanzen (*Rubia peregrina* L., *Smilax aspera* L., *Convolvulus althaeoides* L.) oder die schöne *Linaria triphylla* Desf. und viele andere Arten werden uns gewiss auch nicht entgehen.

9. Der Steineichenwald (*Quercus Ilex* L. var. *Ballota* Desf.).

Die Steineiche ist der Charakterbaum der unteren Bergstufe des Tell-Atlas. Ihr Massenzentrum liegt in der Höhenlage von 800—1300 m, vereinzelt steigt sie jedoch bis über 1600 m, in den Gebirgen Marokkos (Djebel Tezak südlich von Fes) soll sie jedoch sogar bis zu 2700 m angetroffen werden. Die tiefsten natürlichen Standorte liegen in Algerien bei 350 m, während im nördlichen Mittelmeergebiet von einer unteren Grenze nicht gesprochen werden kann. Je mehr sich die Steineiche dem saharischen Wüstengürtel nähert, desto mehr wird sie zu einem Baum der höheren Gebirgslagen, wobei der von ihr eingenommene Höhengürtel zunehmend schmäler wird. Inbezug auf seine Temperaturbedürfnisse an seiner natürlichen unteren und oberen Grenze zeigt der Baum eine ungewöhnlich grosse Anpassungsfähigkeit. Gerade dies dürfte neben seiner grossen Trockenliebe, die ihn auch das Kalkgebirge bevorzugen lässt, der Grund sein, dass er, wie keine zweite Laubholzart, geneigt ist, die letzten Vorposten gegen die Wüste einzunehmen.

Übrigens ist *Quercus Ilex* L. im südlichen Mittelmeerbecken, d. h. im Süden der iberischen Halbinsel, in ganz Nordafrika und in den Bergen Griechenlands in der var. *Ballota* Desf. vertreten, einer Abart mit süssen und daher essbaren Eicheln. Die Früchte werden wegen ihres reichen Stärkemehlgehaltes sowohl roh als auch geröstet gegessen. In der Grande Kabylie sahen wir den Baum um alle Ortschaften angepflanzt, ja selbst um weitaus die meisten Einzelhütten sieht man gewöhnlich diesen Nahrungsspender in wenigstens einem, öfters aber in mehreren Exemplaren. Und weite Gehänge bilden dort eine förmliche „Obstgartenlandschaft“, indem in den mageren Weiden zahlreiche Prachtsgestalten der Eiche stehen, untermischt mit den das Viehfutter liefernden geschneitelten Eschen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die ursprüngliche Vegetation ein Steineichenwald mit nach der Lichtung sich einstellendem Macchienunterwuchs war; die Kulturbäume sind Relikte desselben und die Macchie ist grösstenteils in Wiese oder Weide umgewandelt. Die Kabylen haben die Steineiche schon seit Jahrhunderten in Kultur genommen und davon eine ganze Reihe von Rassen gezüchtet, die

sich hauptsächlich nach Form und Eigenschaften der Eicheln von einander unterscheiden. Die Bäume werden aber in keiner Weise gepflegt, weder gepfropft noch geschnitten, noch gedüngt. Auch das Holz ist wegen seiner grossen Härte geschätzt, kernfaule Bäume sieht man selten. Auf dem von uns besuchten grossen Kabylenmarkt bei Fort National wurden deren Eicheln in grossen Säcken feilgeboten.

Neben der Bedeutung eines Fruchtbaumes spielt bei *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. aber auch seine Natur als Waldbaum eine sehr wichtige Rolle, oft bedeckt er weithin die Abhänge der Berge und zwar bald als stattlicher Hochwald, bald wieder als nur 4—6 m hoher Niederwald. Die Rinde wird auf Gerberlohe verarbeitet, das Holz liefert Brennmaterial und Holzkohle. Die Umtriebszeit solcher Niederwälder ist kurz. Die Entrindung wird von den Eingeborenen oft in sehr unzweckmässiger Weise durchgeführt, so dass die Bäume eingehen. Unter ungünstigen Verhältnissen neigt er in hohen Grad zur Verbuschung. In dieser Form findet er sich besonders in den höheren Lagen des Saharaatlas. Indem die dunkelgrünen, dichten, selten über zwei bis drei Meter hohen Büsche, gewöhnlich 3—10 und noch mehr Meter von einander abstehen, erscheinen solche Berge aus einiger Entfernung wie das Fell eines Panters gefleckt.[1] Auf dem Gipfel des Ras Chergui bei Ain-Sefra fanden wir ihn bei einer Meereshöhe von etwas über 2000 m noch in meterhohen Büschen.

Ob Blida lernten wir am 25. März am Weg zur Glacière einen Steineichenwald kennen. Der Aufstieg führte uns durch folgende Vegetationsstufen:

a) Kulturlandschaft von Blida (250—450 m). Blida (260 m), am Südrand der fruchtbaren Mididja[2] gelegen, befindet sich mitten in einer reichen Gartenlandschaft. Ausgedehnte, unabsehbare Rebenfelder, gewaltige Getreidefluren, Orangenkulturen, die zum Windschutz von Zypressen umgeben sind, Obsthaine, Lupinenfelder und Gemüsegärten wechseln in ununterbrochener Reihenfolge miteinander ab. Die Mandeln haben bereits reichlich junge Früchte angesetzt, die Aprikosen stehen in voller Blüte und längs des Bergsaums ziehen sich meilenweit die Olivenwälder hin. Viel Sorgfalt wird auch auf die Feigen- und Pflaumenkultur (*Prunus insititia* L.) gelegt; die Feigengärten sind

[1]) Siehe Tafel XVIII M. Rikli, C. Schröter, A. G. Tansley in Schenck und Karsten, „Vegetationsbilder", Reihe X (1912), Heft 2/3. Buschsteppe am Djebel Mekter im Sahara-Atlas.

[2]) Die Mididja ist eine reichbewässerte Ebene, die sich zwischen dem Küstengebirge und dem Tellatlas südlich von Algier in einer wechselnden Breite von 10—15 km von Westsüdwest nach Ostnordost über mehr als 90 km erstreckt, und somit einen Flächenraum von ca. 1300 km² umfasst (Kt. Aargau = 1404 km²).

zumeist von Mauern umgeben. Hin und wieder sieht man auf dem Trockenland knorrige Ceratonien. Unser Weg steigt allmählich an, soweit die Kulturen reichen, ist er von Gebüsch und Naturhecken begleitet: Lorbeer, *Crataegus monogyna* Jacq., *Opuntia Ficus Indica* Haw., z. T. in einer stachellosen Form, die verfüttert wird, *Calycotome spinosa* Lam., der sommergrüne *Zizyphus vulgaris* L., *Pistacia*, *Sambucus nigra* L., *Prunus avium* L. völlig wild und stachlige Acacien sind deren wichtigste Bestandteile. Als Schlingpflanzen durchziehen das Gebüsch: *Clematis cirrhosa* L., *Rosa sempervirens* L. und *Rubia peregrina* L. Im Schutz der Hecken wuchert *Arum italicum* L., *Asplenium Adiantum nigrum* L., *Cyclamen africanum* Boiss. et Reut., *Parietaria officinalis* L. und *Veronica cymbalaria* L. Mehr und mehr weitet sich der Blick auf die Fruchtebene von Blida und die darin zerstreuten zahlreichen Ortschaften und Einzelhöfe.

b) Garigues und Felsenheide (150—550 m) in dürftiger Ausbildung und nur in einer verhältnismässig schmalen Zone, etwas besser in den das Gebirge durchschneidenden Schluchten entwickelt. Hauptbestandteile sind: *Calycotome*, *Daphne Gnidium* L., *Pistacia*, *Lavandula Stoechas* L., *Rhamnus alaternus* L., *Genista tricuspidata* Desf., *Quercus Ballota* Desf. in kleiner Buschform reichlich *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link ist häufig.

Begleitpflanzen dieser Garigues und z. T. auch noch der folgenden Ampelodesmosformation sind:

Asplenium Adiantum nigrum L.
Arum italicum L.
Arisarum vulgare Targ. Tozz.
Allium triquetrum L.
Scilla peruviana L. (fol.)
Gladiolus segetum Gawl.
[illegible] L., Wegrand.
Urtica dioïca L., Wegrand.
U. membranacea Poir., Wegrand.
Umbilicus horizontalis Guss.
Matthiola lunata DC.
Brassica amplexicaulis Coss.
Thapsia garganica L., sehr giftig.
Convolvulus althaeoides L.
Cynoglossum cheirifolium L.
Solenanthus lanatus DC.
Linaria reflexa Desf.
Phlomis Bovei de Noë (fol.)
Thymus algeriensis Boiss. et Reut.
Teucrium pseudo-chamaepitys L.
Fedia cornucopiae L.
Hyoseris radicata L.
Filago germanica L.

c) Ampelodesmosformation. Die Ampelodesmosformation (Textfig. 3 und Tafel VIII) umfasst einen breiten, die Höhenlage von ca. 550—1030 m einnehmenden Gürtel. An ihrer Stelle herrschten einst Wälder, die durch Abholzung, Raubbau und Brände zerstört worden sind, mithin ist dieselbe als eine durchaus sekundäre Vergesellschaftung zu betrachten.

Wenn im ersten Frühling die Periode der heftigen Regengüsse eintritt, so vermag der Boden das Wasser nicht festzuhalten, es fliesst dasselbe vielmehr sofort ab. Das sind die Zeiten der Erosion, daher ist der ganze Abhang von zahlreichen, tief eingeschnittenen, z. T. beinahe cañonartigen Rinnen durchzogen (Tafel VIII). In ihnen sieht man Oleanderbüsche. Für den ehemaligen Wald sprechen der stellenweise reichlich vorhandene Humusboden, ferner Reste des einstigen macchienartigen Unterholzes, die allerdings infolge der starken Beweidung vielfach in sehr ausgeprägten Verbissformen auftreten und das öftere, reichlichere Vorkommen von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Den grössten Teil des Jahres herrscht bei intensiver Insolation grösste Trockenheit, überall tritt der nackte z. T. steinige Boden zutage. Leitpflanze ist der Diss [*Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link], der in einzelnen,



Phot. G. Tansley, Cambridge.

Fig. 3. Ampelodesmos-Association ob Blida, am Wege zur Glacière.

über die Abhänge in grosser Menge zerstreuten, stattlichen Blattbüscheln auftritt. Aus ihrer Mitte brechen im Mai die bis 3 m hohen Halme mit ihren nickenden Rispen hervor. Die jungen Blätter werden mit der Sichel geschnitten und verfüttert, die alten dagegen wie diejenigen des Espartograses verwendet.

Die Begleitflora ist nicht wesentlich verschieden von derjenigen der soeben erörterten Garigues. Häufig sieht man Büsche von *Quercus Ballota* Desf. und die saftigen Blattbüschel des Asphodill.

d) Niederwald von Quercus Ilex L. v. *Ballota* Desf. 1030—1350 m; vereinzelt erreicht der Baum noch 1500 m. Bei 1030 m betritt man den Steineichenwald. An seinem unteren Rande stehen einige angepflanzte Zedern und Kastanien. Es ist ein beinahe reiner Niederwald, die Bäume erreichen meistens nur eine Höhe von 3,5—6 m. Andere Holzarten sind ganz spärlich eingesprengt, so sieht man hin

und wieder eine Zeder, von ca. 1250 m werden sie häufiger, oder man begegnet als Seltenheit einer Kastanie und einigen wilden Kirschbäumen (*Prunus avium* L.) Bald schliessen die Bäume dicht an einander, bald ist der Wald lückenhaft, in einzelne Baumgruppen aufgelöst; so entstehen Lichtungen, die jeweilen einen kurzen Rasen tragen. Von etwa 1150 m traten (25. März) in schattigen Lagen die ersten vereinzelten Schneeflecken auf. Die Begleitflora ist entsprechend der frühen Jahreszeit und der relativ hohen Lage noch sehr zurück, unsere Aufzählung kann daher keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es sind folgende Bestandteile zu unterscheiden:

α) Macchien- und Gariguespflanzen, sie sind meistens immergrün:

Ruscus aculeatus L.
Cistus salviifolius L.
Calycotome spinosa Lam.
Cytisus triflorus L'Hérit. reichlich.
Genista tricuspidata Desf.
Daphne Gnidium L.
Teucrium pseudo-scorodonia Desf.

Und als Lianen *Aristolochia altissima* Desf., sowie *Lonicera etrusca* Savi.

β) Kleinere, meistens der Felsenheide entstammende Arten z. T. Therophyten.

Selaginella denticulata (L.) Link
Lagurus ovatus L. ⊙
Ampelodesmos tenax (Vahl) Link
Parietaria mauritanica Dur. ⊙
Sedum coeruleum Vahl ⊙
Umbilicus horizontalis Guss.
Carlina corymbosa L.
Anthemis pedunculata Desf.
Hyoseris radicata L.
Leucanthemum glabrum B. R. ⊙
Senecio leucanthemifolius Poir. ⊙
Seriola laevigata Desf.

γ) Montane Arten: z. T. endemisch.

Festuca atlantica Duv. Jouve, Hauptrasenbildner.
Cynosurus Balansae Coss.
Romulea Bulbocodium Seb. et Maur., ist immer diözisch.
Gagea foliosa Röm. et Sch.
Ranunculus rupestris Guss.
Viola Munbyana Boiss. Reut. v. *gracilis* Batt.
Cerastium pumilum Curt.
Arabis albida Stev.
A. pubescens Poiret.
Ptychotis atlantica Coss. (fol.)
Crambe reniformis Desf.
Rumex tuberosus L.
Sedum amplexicaule DC.
Saxifraga atlantica Boiss.
S. globulifera Desf.
Bellis silvestris Cyrillo v. *velutina* Pomel

δ) Arten von vorwiegend nordischer Verbreitung, zum grösseren Teil im Tellatlas ihre Südgrenze erreichend.

Dactylis glomerata L., schmächtig, xerophytisch ausgebildet.
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn.
Erophila verna (L.) E. Mey.
Sanicula europaea L., sehr selten.
Sedum album L.
Rosa canina L.
Crataegus monogyna Jacq.
Prunus avium L.
P. insititia L.
Lamium amplexicaule L.

ε) Pflanzen, die von Arten von vorwiegend nördlicher Verbreitung abzuleiten sind:

Salix pedicellata Desf. aus der Capreagruppe, südmediterran.
Viola odorata L. v. *atlantica* Pom., eine montane Pflanze.
Daucus grandiflorus Desf., nächstverwandt mit D. *Carota* L.
Silene mellifera B. R. ist abzuleiten von S. *italica* L.
Rubus discolor Weihe, gehört zum Formenkreis d. *R. fruticosus* L.
Satureia plumosa LK. der *Satureia vulgaris* (L.) Fritsch nächststehend.

So umfasst mithin die Begleitflora des Steineichenwaldes eine Mischung von Pflanzen verschiedenster Vergesellschaftungen und recht differenter pflanzengeographischer Elemente.

10. Der Zedernwald. (*Cedrus Libani* Barr. v. *atlantica Mannetti*). (Tafel IX—XI.)

Im grössten Teil des Tellatlas bildet *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. die obere Wald- und Baumgrenze, doch gibt es einige höhere Gebirgsstöcke, wo über dem Steineichenwald auch noch die Zeder auftritt, so im Djebel Aures, im Hodna- und Bellezmamassiv, im Djebel Babor, in der Djurdjura der Grande Kabylie, am Sidi Abd-ed-Kader ob Blida und im Teniet-el-Häad (Ouarsenis) südlich von Affreville. Das gesamte Zedernareal Algeriens soll 35,000 Hektaren umfassen, davon entfallen über Dreiviertel auf die Provinz Constantine und nur ein schwaches Viertel auf die Provinz Algier. Oran hat keine Zedernwälder, wohl aber wieder Marokko, wo die Zeder im Riff, südlich von Tetuan und wahrscheinlich auch im hohen Atlas, südwestlich von Fez vorkommt.

Das grösste zusammenhängende Zederngebiet ist der Forêt de Bellezma, westlich von Batna. Mit 14 000 Hektaren umfasst derselbe allein 40% sämtlicher Zedernwaldungen Algeriens.

Die untere Grenze der Zedernbestände liegt auf der Nordseite zwischen 1300 und 1200 m, in Südlage dagegen schon bei 1400 m. Die obere Grenze wird meistens bereits mit 1800 m erreicht, doch wird der Baum in einzelnen Gruppen oder Individuen gelegentlich

bis über 2000 m angetroffen. Die Zeder scheint das Kalkgebirge zu bevorzugen; im Teniet-el-Haad stockt sie zwar auf Sandsteingebirge, aber in geringer Tiefe treten daselbst kalkhaltige Mergelschichten auf.

Auch am Sidi-Abd-el-Kader folgt auf den geschilderten Steineichenwald der Zederngürtel, welcher die obersten Lagen des Tellatlas südlich von Blida einnimmt. In einer Meereshöhe von ca. 1250 m stehen die ersten vereinzelten Zedern im Steineichenniederwald, bald nimmt ihre Zahl rasch zu, so dass sie zwischen 1400 und 1500 m zur herrschenden Holzart geworden sind. In jüngeren Jahren erhebt sich die Zeder mit kerzengeradem schlankem Stamme zu einer Höhe von 20 bis 30 m. Die Krone ist von vollendeter Regelmässigkeit. Indem die Äste sich nach oben ganz allmählich verkürzen, erinnert der Baum in diesem Entwicklungsstadium sehr an die Fichte. Ist das Höhenwachstum in der Hauptsache abgeschlossen, so ändert der Baum seine ganze Physiognomie: der ursprünglich spitze Gipfel neigt sich zur Seite und breitet sich schirmförmig aus, einzelne Äste gehen ein, andere gelangen zu besonders kräftiger Entwicklung und wachsen horizontal aus, so erhält der alternde Baum einen etagenartigen Aufbau von eigenartiger, kraftvoller Schönheit, die den Wanderer immer aufs neue fesselt. Innerhalb des erörterten Bauplanes erweist sich aber die Möglichkeit individueller Abweichungen als sehr gross; die geradezu unerschöpfliche Formenmannigfaltigkeit gestaltet die Wanderung durch die herrlichen Zedernwaldungen zu einem aussergewöhnlichen Naturgenuss. An anderer Stelle habe ich alte Zedern mit Wetterarven verglichen. Der Vergleich ist nach verschiedener Hinsicht zutreffend. Das dunkle, düstere, öfters ins Bläuliche spielende Nadelwerk, das langsame Wachstum, die laubholzartigen, oft mehrgipfligen Wuchsformen, die Schattenbedürftigkeit des Nachwuchses ist beiden Holzarten eigen. Auch die Standortsverhältnisse gleichen derjenigen der Arve, sie besiedelt mit Vorliebe steinig-felsigen Boden windoffener Gratlagen oder Felsköpfe; silhouettenartig heben sich alsdann die charaktervollen, urwüchsigen Gestalten vom tiefblauen Firmament ab. Zwischen den Bäumen ergeben sich prächtige Ausblicke auf die Fruchtbecken der Niederung oder auf die monotone Gebirgslandschaft des höheren Tellatlas, die sich in ihrem regelmässigen Aufbau von unserer hohen Warte aus wie ein in gewaltiger Dünung begriffenes, plötzlich erstarrtes Meer ausnimmt. Nicht selten bildet die Zeder typische Windformen. Wie die Arve in den Alpen, so ist die Zeder im Tellatlas die am höchsten ansteigende Holzart. Auf der Nordseite des Piz d'Haïzer im Djurdjuragebirge wird sie einzeln noch bei

2164 m angetroffen. Wo der Zedernwald ganze Abhänge bedeckt, da erhalten die Bestände infolge des lichten Standes und der individuellen Ausbildung jedes einzelnen Exemplares einen vornehmen Parkcharakter.

Wo Weidevieh und Mensch nur schwer zukommen, da stehen in unzugänglichen Felslagen die schönsten Bäume; in der Nachbarschaft der Weideplätze nomadisierender Bergstämme oder an begangenen Saumpfaden sind sie dagegen meistens stark verwüstet. Oft sind die Waldungen überständig, so dass die Zahl der Baumleichen das lebende Holz sogar übertrifft. Das ist besonders im Djebel Aurès der Fall, wo ganze Waldungen im Eingehen begriffen sind. Eine sechsjährige Dürreperiode (1875—1881) wird von der Forstverwaltung für den Zustand dieser Wälder verantwortlich gemacht.

Berühmt sind einige Zedern im Wald von Teniet-el-Häad durch ihre gewaltigen Dimensionen geworden. Einzelne Bäume sollen eine Höhe bis zu 38 m erreichen. La „Sultane" hat nach J. A. Battandier und L. Trabut einen Stammumfang von 7 m. H. Hagen gibt sogar in Brusthöhe einen Stammumfang bis zu 7,9 m an. Ob Blida gibt es keine solchen Riesen. Ein besonders schönes, gleichmässig ausgebildetes Exemplar hatte bei 1550 m in Brusthöhe einen Umfang von 3,25 m. Das Alter der grössten Bäume ist schwer festzustellen, durch Zählung der Jahresringe hat man an einem Strunk von 1,8 m Durchmesser ein Alter von 310 Jahren festgestellt.

Die Zeder ist ein Herbstblütler, ihre Kätzchen verstäuben meistens im Oktober. Die Zapfenreife dauert zwei Jahre, daher kann man am gleichen Baum gleichzeitig drei Zapfengenerationen beobachten.

Von den drei Zedernarten gehören zwei Asien an. Von Osten ist die Zeder wohl auch in die Atlasländer eingewandert. Ausser im Himalaja ist die Gattung *Cedrus* auch in Vorderasien vertreten, und zwar im Libanon, in den Gebirgen Kleinasiens und auf der Insel Zypern. In jedem der drei Zentren zeigt die Art das Bestreben zur Lokalrassenbildung, am ausgesprochensten trifft dies im vorderasiatischen Gebiet zu. Die Unterschiede beziehen sich hauptsächlich auf Konsistenz und Grösse der Nadeln. Nach Westen nimmt die Nadellänge beständig ab, damit wird das Laub steifer. *Cedrus atlantica* Mannetti hat die steifsten und kürzesten (1,2—1,5 cm) Nadeln; auch sollen die Zapfen etwas kleiner und mehr walzenförmig sein als bei den asiatischen Zedern. Wegen der gegenseitigen engen Beziehungen der drei Zedern neigen einzelne Autoren dazu, nur eine Gesamtart anzunehmen, die in mehrere Unter- oder Abarten und Lokalrassen zerfällt.

Wenig bekannt sind immer noch die klimatischen Lebensbedingungen der Zeder im algerischen Hochgebirge. Ständige meteorologische Stationen gibt es im Gebiet noch keine. Doch dürfte das

Klima ziemlich kontinental sein. Die Regenzeit fällt in das Frühjahr und bringt oft ergiebige Regengüsse und reichlichen Schneefall. Schnee liegt im Zedernwald oft bis Anfang oder gar Mitte April; im Sommer folgt alsdann eine sehr lange Trockenperiode bei intensiver Insolation und ziemlich hoher Temperatur. Starke tägliche Temperaturschwankungen gehören besonders im Sommer zur Regel; Fröste kommen noch im Mai vor. Im Winter aber muss der Baum Temperaturen bis zu -15^{0} C. ertragen können.

Im Zedernwald treten die begleitenden Holzarten meistens stark zurück; besonders in den höheren Lagen trifft man gewöhnlich nahezu reinen Zedernwald. In den unteren Lagen herrscht der Mischwald mit *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf., doch ist die Übergangszone zwischen diesen beiden bestandbildenden Holzarten meistens ziemlich schmal. In den höheren Teilen des Teniet-el-Häad folgt alsdann die laubwechselnde *Quercus Mirbeckii* Dur. Nach H. B. Hagen begleitet sie die Zeder in einzelnen Exemplaren bis zu den Gipfeln der Berge, doch vermag sie neben derselben nirgends eine grössere Bedeutung zu erlangen. Im Baborgebirge ist den Zedernwaldungen ein anderer interessanter Baum eingesprengt, *Abies numidica* de Lannoy, eine aussterbende, spezifisch-algerische Holzart, nächst verwandt mit der südspanischen Igeltanne (*Abies Pinsapo* Boiss.). Nach L. Trabut (1889) steht sie jedoch in näherer Verwandtschaft mit der orientalischen *A. cilicica* Ant. u. Kotschy. Die 1906 in den Bergen südlich von Tetuan entdeckte *A. maroccana* Trabut vermittelt sowohl pflanzengeographisch als auch in ihren Raumverhältnissen den Übergang zur südspanischen Art. Wie die Zeder, so weist auch diese Holzart mithin auf den Osten, denn Griechenland und Vorderasiens Gebirgswelt besitzen noch mehrere weitere Abiesarten. Von anderen Holzarten bemerkten wir im Zedernwald ob der Glacière von Blida noch den Wacholder (*Juniperus communis* L.), die Eibe (*Taxus baccata* L.), die Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.), einen Ahorn (*Acer obtusatum* Willd.), die Felsbirne (*Amelanchier ovalis* Medikus), die Mehlbeere (*Sorbus Aria* [L.] Crantz.) Doch alle diese Arten treten nur vereinzelt auf, meist nur in wenigen zerstreuten Individuen. Den Jungwuchs fanden wir, wenigstens stellenweise, reichlich und in recht befriedigender Entwicklung; auch H. B. Hagen erwähnt vom Teniet-el-Häad das Vorhandensein „reichlichen Nachwuchses in den verschiedensten Altersstufen.“

Entsprechend der offenen Bestockung des Zedernwaldes ist eine reiche Unterflora vorhanden; sie bedeckt den Boden mit einem dichten grünen Pflanzenteppich. Einer der wichtigsten Rasenbildner ist *Festuca atlantica* Duv. Jouv. Doch zur Zeit unseres Besuches sind im

Wald noch überall grosse Schneeflecken vorhanden und die Vegetation noch kaum erwacht. Den Crocus unserer Alpen vertritt die zierlich, zart rosarote *Romulea Bulbocodium* Seb. et Maur., *Primula vulgaris* Huds. v. *atlantica* breitet an feuchten Orten ihre grossen schwefelgelben Blüten aus. Später wird der Blütenschmuck reicher, mancherlei Orchideen sind häufig. Neben *Ophrys subfusca* Murbeck sammelte H. B. Hagen im Zedernwald von Teniet-el-Häad auch noch *Orchis papilionaceus* L., *O. lacteus* Poiret und die sonst nur noch von Sizilien bekannte *O. Markusii* Tenore; dazu gesellten sich die zart gelbe, rotgestreifte *Tulipa Celsiana* Vent. (= *australis* Link) und das zierlichblaublütige *Endymion cedretorum* Pomel. Überhaupt ist die grosse Zahl von Knollen- und Zwiebelpflanzen für die Bodenflora des Zedernwaldes bezeichnend: dasselbe beobachtete Th. Kotschy in den Zedernwäldern am Libanon. Hagen macht darauf aufmerksam, dass auch unter den Dikotyledonen viele Arten der Frühlingsflora durch unterirdische Speicherorgane ausgezeichnet sind, so: *Ranunculus flabellatus* Desf., *Geranium malvaeflorum* Boiss. et Reut., *Smyrnium rotundifolium* L. und *Valeriana tuberosa* L. Vereinzelt dringen auch einzelne Bestandteile der Macchien, Garigues und Felsenheide der Niederungsflora bis in den Zedernwald; so haben wir ob Blida, noch bis gegen 1500 m bemerkt: *Juniperus Oxycedrus* L., *Asphodelus microcarpus* Viv., *Ruscus aculeatus* L., *Cistus salviifolius* L., *Daphne Gnidium* L. und *Cytisus triflorus* l'Hérit.; und als Liane durchzieht *Lonicera etrusca* Savi das Gebüsch.

Zur Vervollständigung der Liste geben wir endlich auch noch diejenigen Arten, welche wir entweder nicht oder doch nur ganz vereinzelt in Blüte fanden und deren Identifizierung wir der Güte unserer Kollegen Prof. J. A. Battandier und L. Trabut verdanken:

Allium chamaemoly L.
Biarum Bovei Blume
Scilla peruviana L.
Orchis provincialis Balbis
Poa bulbosa L.
Viola odorata L.
V. Munbyana R. Br.
Ranunculus rupestris Guss.
Geranium malvaeflorum Boiss. et Reut.
Alyssum granatense Boiss. et Reut.
Arabis albida Stev.
Diplotaxis virgata DC.
Draba hispanica Boiss.
Erophila verna J. Mey.
Saxifraga globulifera Desf.
Sedum dasyphyllum L.
S. villosum L.
Alchemilla arvensis Scop.
Rumex tuberosus L., gemein.
Helianthemum nummularium. (L.) Miller v. *Fontanesi* Boiss.
Lamium amplexicaule L.
Origanum floribundum Munb.
Bellis silvestris var. *atlantica* Boiss. et Reut.
Carlina corymbosa L.
Millina leontodoides Cass.
Taraxacum obovatum DC.

Ein etwas abweichendes Verhalten zeigt die Begleitflora von *Cedrus atlantica* Mann. auf den breiten Bergrücken der Gipfellagen (ca. 1580—1600 m). Im sehr stark gelichteten Wald und auf den waldlosen Weideflächen bedecken, gleich grossen Maulwurfshügeln, die grossen kompakten Polster des stacheligen *Bupleurum spinosum* L. f. (Tafel XI) grosse Flächen. Diese Polster werden über meterlang und 20—40 cm hoch. Physiognomisch ganz ähnliche Vergesellschaftungen kommen in andern Zedernbezirken zustande durch *Juniperus montana* Ait., *Berberis hispanica* Boiss. et Reut. und durch *Prunus prostrata* Lab. (Djurdjura, Mouzaïa, Bou-Zegza).

Die Begleitflora der Zedernwaldungen besitzt somit einen ausgesprochenen Mischcharakter. Neben zahlreichen Bergpflanzen stehen Vertreter der Niederungsflora. Pflanzengeographisch fällt das Auftreten zahlreicher borealer Typen (*Sorbus Aria* [L.] Crantz, *Amelanchier vulgaris* Medikus, *Viola odorata* L., *Juniperus montana* Ait., *Taxus*, die zumeist hier ihre Südgrenze erreichen, auf; dazu gesellen sich viele circummediterrane Arten der Niederungsflora: *Juniperus Oxycedrus* L., *Asphodelus*, *Cytisus triflorus* l'Hérit., *Daphne Gnidium* L. Zu den südmediterranen Bergpflanzen gehört: *Millina leontodoides* Cass., ebenso *Prunus prostrata* Lab. und *Berberis hispanica* Boiss. et Reut.; beide letztern Arten sind wohl von borealen Stammpflanzen abzuleiten. Iberisch-mauritanisch sind: *Alyssum granatense* Boiss. und *Bupleurum spinosum* L. (auch auf Korsika). Auf den Osten weisen: *Arabis albida* Stev., eine ostmediterrane Gebirgspflanze; dahin sind, wie bereits betont, auch die Zeder und die numidische Tanne zu zählen. Endlich finden sich im Zederngürtel eine Reihe atlassische Endemismen: *Festuca atlantica* Duv. Jouv., *Endymion cedretorum* Pomel, *Viola Munbyana* Boiss. et Reut., *Helianthemum Fontanesi* Boiss. et Reut.

Neben den Kindern Floras, die im Atlas heimatberechtigt sind, treffen sich somit im Zedernwald nordische, westliche und östliche Typen. Auffallend ist, dass eine südliche Einwanderung ganz ausgeblieben zu sein scheint; selbst die nahen Hochsteppen Inneralgeriens mit ihrer bezeichnenden Pflanzenwelt haben keine einzige Art geliefert. Es sind wohl die bedeutend reicheren Niederschläge der höheren Stufen des Tellatlas, die dem Eindringen der benachbarten Steppen- und Wüstenelemente das Eindringen in diesen Florenbezirk unmöglich gemacht haben.

VII. Das inneralgerische Hochland.

Am Nachmittag des 30. März 1910 verlassen wir Oran. Die Bahn soll uns nun nach den Steppenwüsten des inneralgerischen Hochlandes, nach dem Sahara-Atlas und dem Nordrande der grossen Wüste führen.

Es herrscht Regenstimmung, die Wolken hängen tief und die Sonne macht verzweifelte Anstrengungen, um ihre Herrscherrolle nicht einzubüssen. Doch die Erde dürstet nach Wasser; da dieses Jahr die Winterregen sehr spärlich ausgefallen sind, wäre für das Land eine nachträgliche Regenperiode von unschätzbarem Werte.

Nächst Oran ist das Land noch gut bebaut. Saftig-grüne Saat- und trostlos einförmige Rebenfelder bedecken grosse Flächen. Die Erde ist von lebhaft rotbrauner Färbung und der Roggen schon nahezu schnittreif. An der kleinen Sebka sieht man einen stattlichen Trupp zart roter Flamingos. Schon nach wenigen Kilometern Bahnfahrt scheint die weite Ebene fast unbewohnt. Umgeben von einigen, noch ganz kahlen Feigenbäumen, von Gruppen von Ölbäumen und einem kleinen Haferfeld, sieht man noch hin und wieder ein einzelnes steinernes, äusserst primitives Häuschen. Das ist alles. Und wie das Kulturland mehr und mehr zurücktritt, so beanspruchen besonders die Garigues immer grössere Flächen: goldgelb blühende *Calycotome*, sparrige Sträucher von *Pistacia Lentiscus* L., die steifen Blattbüschel der Zwergpalme sind die tonangebenden Gestalten. Die Dämmerung ist nur von kurzer Dauer; aus dem tiefroten, wasserziehenden Gewölk grüsst noch ein letzter Sonnenstrahl, und die Nacht ist da.

Beim Morgengrauen des folgenden Tages befinden wir uns bereits in einer Meereshöhe von 988 m, in El Kreider, mitten im algerischen Hochland und damit in einer ganz anders gearteten Landschaft. Zur Tertiärzeit ist das von Tafaraoua (1150 m) bis Mékalis (1314 m) etwa 140 km breite Gebiet viel weniger stark gefaltet worden als die nördlichen und südlichen Randzonen, die gegen das mediterrane Küstengebiet und gegen die Wüste abfallen. Diese gewaltige Depression wurde im Verlauf der Zeiten vom Schutt der Abbauprodukte der beiden Gebirge mehr und mehr ausgefüllt, so dass auf diese Weise eine unabsehbare, äusserst einförmige Hochfläche entstanden ist. Aus der pliocänen und diluvial-alluvialen Aufschüttungsebene ragen immerhin noch einige kleinere Inselgebirge hervor und erheben sich etwa 400—600 m über ihre Umgebung. Es sind die Reste des einst wechselvolleren Reliefs. Der Djebel Antar (1720 m) bei Mécheria (1160 m) und weiter im Süden der Djebel Malha (= Salzberg) sind zwei

solcher Gebirgsketten, die sich scheinbar ganz unvermittelt aus dem völlig flachen Hochland erheben. Der Djebel Morghard (2136 m) und der Djebel d'Aïssa (225 km von Oran) erscheinen schon mehr als nach NNO. abgeirrte Äste des in den höheren Erhebungen z. Zt. noch mit Schnee bedeckten Sahara-Atlas. Zwischen diesen beiden Gebirgszügen erstreckt sich eine 10 bis 15 km breite Bucht der Aufschüttungsebene. Sie senkt sich allmählich zum Becken von Aïn-Sefra (1090 m). Dieser gegebenen Linie folgt die Bahn, um so durch eine Lücke des Sahara-Atlas den Nordrand der Wüste zu erreichen.

Von der Gegend von Tuggur im östlichen Marokko, wo der Hohe Atlas sich in den nördlichen Tellatlas und den südlichen Sahara-Atlas gabelt, senkt sich das Hochland allmählich nach Osten, um nach reichlich 1100 km bei Aïn-Beida, im Osten von Batna sein Ende zu erreichen. In Marokko besitzt dasselbe eine mittlere Erhebung von 1200–1300 m, in der Provinz Oran 800—1000 m, in der Provinz Algier 400 m (Chott Hodna) und im östlichen Constantine nur noch 320 m (Guérah el Tharf). Die Breite wechselt von ca. 40 km im Osten bis gegen 200 km im zentralen Teil (Geryville—Tiaret).

Eine Reihe seichter Seen, die sog. Chotts, bezeichnen die tiefsten Stellen des inneralgerischen Hochlandes, ihr Wasserstand ist sehr schwankend. Nur die Randpartien werden regelmässig entwässert, sei es durch enge Schluchten zum Mittelmeer, sei es zwischen den Gebirgsstöcken des Sahara-Atlas zur Grossen Wüste, wo sich ihre Wasser auch nach ausgiebigen Winterregen verhältnismässig rasch verlieren. Der grösste Teil dieses Binnenlandes ist abflussloses Gebiet. Zur Regenzeit sind grosse Strecken überschwemmt, aber während der langen, heissen Trockenperiode verdunstet fast alles Wasser; eine blendend weisse Salzkruste bezeichnet dann die Lage der ephemeren Wasserflächen. Über der erhitzten Hochebene ist die Luft nun in zitternder Bewegung und die Fata morgana zaubert dem erschöpften Wanderer allerlei verlockende Trugbilder vor. Dass dieses Phänomen bereits oft schon im Frühling wahrnehmbar ist, davon konnten wir uns durch eigene Anschauung überzeugen. Als wir auf der Rückreise vom Süden am 8. April auf dem Fort von El-Kreider vom Kommandanten des Platzes und von seinem Offizierskorps aufs gastfreundlichste empfangen worden waren und zu einer Rundschau den auf einer Anhöhe gebauten Turm bestiegen, da sahen wir rings um uns grosse, spiegelnde, buchtenreiche Seen, herrliche Oasen, Ortschaften und Kamelherden, die sich dann aber bei unserer mehrstündigen Exkursion in die Umgebung als Trugbilder erwiesen.

Der Boden ist meist mehr oder weniger reichlich salz- oder gipshaltig und daher unfruchtbar. Nur ganz lokal sind, durch Nutzbar-

machung des Grundwassers, Kulturflächen geschaffen worden; sie stehen im Dienst des Getreidebaues. Grosse Schaf- und Kamelherden beweiden die Hochsteppen. Die wichtigste Nutzniessung gewährt aber der Export des Halfagrases, der einem jährlichen Wert von ca. 10 Millionen Franken entspricht.

Das Klima ist sehr kontinental. Harte Winter mit reichlichen Schneefällen stehen in starkem Gegensatz zum heissen, dürren Sommer. Aber auch die tägliche Wärmeschwankung ist sehr bedeutend. Infolge des beinahe immer wolkenlosen Himmels ist die nächtliche Wärmeausstrahlung gewaltig. Während in Oran die mittlere tägliche Temperaturdifferenz *7,2 ° C.* beträgt (14,6—7,4 ° C.), erreicht sie in Géryville 12,7 ° C. (10,5—2,2 ° C.) und in Laghouat 13,3 ° C. (14,1—0,8 ° C.) Die entsprechenden Zahlen für den Monat Juli sind: Oran 7,7 ° C. (28,1—20,4 ° C), Géryville 19,7 ° C. (35,9—16,2 ° C.) und Laghouat 19,5 ° C. (38,2—18,8 ° C.). C. Angst berechnet für die Temperatur im Meeresniveau im Litoralgebiet eine mittlere tägliche Amplitude von 7,9 ° C., für die Hochfläche beträgt dieselbe 15,6 ° C., also beinahe das doppelte. Auch die relative Luftfeuchtigkeit ist sehr niedrig, ganz besonders im Sommer. Die jährliche Niederschlagsmenge bleibt meistens unter 400 mm, Laghouat hat 188 mm, Géryville 350 mm. Am Nordrand der Sahara verläuft die Isohyete von 200 mm. Kein Teil ist völlig regenlos, doch gibt es gelegentlich Jahre ohne Niederschlag.

Diese Verhältnisse bedingen ein durchaus baumfeindliches Klima. Abgesehen von einzelnen Mulden mit hohem Grundwasserstande ist der Boden im Hochsommer, selbst in tieferen Schichten, so ausgetrocknet, dass die spärliche Feuchtigkeit den anspruchsvolleren, an die Wasserökonomie höhere Anforderungen stellenden Holzpflanzen nicht mehr zu genügen vermag. H. B. Hagen betont mit Recht, dass die Gehölzfeindlichkeit des Klimas durch die ausserordentliche Lufttrockenheit des Sommers und die niederen Wintertemperaturen noch verstärkt wird. So trifft man Holzwuchs beinahe nur noch in den Randpartien. Chamaerops erreicht seine Südgrenze bei Aïn el Hadjar (1015 m); südlich davon trifft man einzig noch spärliches, kleines Gebüsch von *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. und von *Pistacia Lentiscus* L. Am weitesten dringt *Juniperus Ocycedrus* L. vor, der noch bei *Tafaroua* (1150 m), 206 km südlich von Oran zu sehen ist. Und nach der Durchquerung der gewaltigen Hochsteppe sind es mit Ausschluss von Chamaerops dieselben Arten, die uns mit *Pinus halepensis* Mill. in den höheren Lagen des Sahara-Atlas als Vertreter des Baumwuchses wiederum entgegentreten. Baumlosigkeit ist mithin der erste Charakterzug der inneralgerischen Hochsteppe, trostlose Einförmigkeit in Landschafts- und

Vegetationscharakter die zweite, sich jedem Reisenden sofort aufdrängende Eigentümlichkeit. Zur Monotonie der gewaltigen, unabsehbaren Aufschüttungsebene gesellt sich die Einförmigkeit der Flora. Nur wenige Arten haben in dieses vegetationsfeindliche Gebiet vorzudringen und sich zu halten vermocht. Aber einmal an seine eigenartigen Lebensbedingungen angepasst, fanden sie nur eine beschränkte Zahl von Konkurrenten vor und konnten sich daher massenhaft entwickeln; Raum zur Besiedelung war mehr als reichlich vorhanden. Da die in Konkurrenz tretenden Leitarten aber in ihrer spezifischen Konstitution nicht völlig miteinander übereinstimmten, sondern mehr oder weniger erhebliche Unterschiede aufwiesen, so mussten diese Abweichungen zu einer Sondierung der Areale führen. Bei der Gleichartigkeit des Klimas konnte aber nur die Bodenbeschaffenheit auf die geographische Verteilung der Hauptarten bestimmend einwirken. In der Tat lassen sich einige pflanzengeographische Fazies der Hochsteppe, bedingt durch Verschiedenheiten im Untergrund, unterscheiden.

So gelangt man zur Aufstellung von sechs Steppentypen,[1] nämlich:

1. Die Halfasteppe (Tafel XIV). — Leitpflanze ist das Halfagras (*Stipa tenacissima* L.). Das Halfa hat hauptsächlich die nach Süden beziehungsweise nach Norden geneigten Randpartien des inneralgerischen Hochlandes besiedelt. Im zentralen Teil ist es viel spärlicher; sein Vorkommen ist daselbst auf die sich aus der Ebene erhebenden Hügel und Gebirgszüge beschränkt; muldenförmige Depressionen werden entschieden gemieden. An den Boden stellt das Halfa zwei Anforderungen: Durchlässigkeit und kiesig-steinige Beschaffenheit. Die Durchlässigkeit des Untergrundes hat ein Auslaugen der Bodensalze, die kiesig-steinige Beschaffenheit ein längeres Andauern der Bodenfeuchtigkeit zur Folge.

Berücksichtigt man das gesamte Verbreitungsareal des Halfagrases und vergleicht damit die Regenkarte dieser Länder, so ergibt sich, dass *Stipa tenacissima* L. nur ausgesprochenen Trockengebieten angehört und dass schon eine jährliche Regenmenge von mehr als 50 cm genügt, um dasselbe von der weiteren Ausbreitung abzuhalten. Anderseits vermag es mit einer jährlichen Niederschlagshöhe von 20 cm auszukommen, ja sogar mit noch weniger; hat doch Laghouat nur 16 cm, und auch der Djebel Gharian südlich von Tripolis wird kaum mehr haben. Das Massenzentrum des Halfaareals liegt innerhalb der Isohyeten von 20 und 40 cm.

Die Halfasteppe ist den offenen, xerophilen Grasfluren zuzuzählen. Das Gras tritt in isolierten, derben Büscheln auf, die

[1] Siehe auch Mathieu et Trabut, Les hauts plateaux oranais.

zwischen sich immer mehr oder weniger grosse Zwischenräume frei lassen. Die Begleitflora ist spärlich, den grössten Anteil beanspruchen rasch vergängliche Therophyten, die mit den ersten Frühjahrsregen erscheinen und bei eintretender Trockenheit wieder verschwinden. Im Mittel werden die Blätter 50—80 cm lang, doch können sie eine Länge von bis 140 cm erreichen; im Grenzgebiet der Wüste sind sie dagegen ausgewachsen gelegentlich wohl auch nur 25 cm lang.

Während der Vegetationsperiode ist das Blatt schön dunkelgrün und flach ausgebreitet; durch eine Drehung der Blattbasis ist die glänzende Blattunterseite nach oben gekehrt. Zur Trockenzeit rollen sich die Blattränder völlig ein, so dass annähernd ein Zylinder zustande kommt; die Farbe wird alsdann graugrün bis weisslich. Die Spreite endigt in eine gelbliche, feine, stechende Spitze. Die eigentümliche, straussfederartige Ligula der Stengelblätter und den ungemein xerophytischen Aufbau der Blattspreiten und ihren Einrollungsmechanismus haben wir in einer früheren Arbeit besprochen und abgebildet.[1])

Die Lebensdauer der Halfablätter beträgt wenigstens zwei Jahre. Die älteren, absterbenden Blätter sind stets von Pilzen befallen; sie verfärben sich grauschwarz und umgeben schützend die jungen Blattanlagen.

Das Halfa ist eine **uralte Faserpflanze**, die schon von den Karthagern zu Schiffstauen verarbeitet wurde. Die Ernte erfolgt im Frühling und Herbst, vom 1. März bis 1. Juli ist Schonzeit. Das Einernten besorgen zum Teil Privatfirmen, zum Teil erfolgt dasselbe im Gemeinde- oder Staatsbetrieb. Das Konzessionsrecht zur Exploitation wird gewöhnlich mit 10 Cts. per Hektar bezahlt; 100 kg entsprechen je nach der Marktlage einem Wert von 1,5 bis 4 Fr. Ein einzelner Arbeiter vermag im Tag 300—400 kg einzuernten. Das Einernten erfolgt mit einem 40 cm langen Stab, um den der obere Teil des Halfablattes herumgewickelt wird; durch stossweises Reissen werden die Blattspreiten meistens über der Ligula abgegliedert. Auf allen Bahnstationen sahen wir gewaltige Halfavorräte aufgestapelt; wiederholt bekamen wir eine grosse Zahl von Eisenbahnwagen zu sehen, ganz beladen mit Bündeln zusammengepressten Halfas und bereit für den Export. Die Verwendung ist eine dreifache: das ganze Blatt wird zu allerlei Flecht- und Korbwaren verwendet, das zerfaserte Blatt zu Seilen verarbeitet, die grösste Masse aber findet in der Papierfabrikation Verwendung.

[1]) Rikli, M., Bot. Reisestudien von der spanischen Riviera mit besonderer Berücksichtigung der Litoralsteppe, mit 12 Tafeln und 11 Textfiguren; Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 52 (1907) und Separat bei Fäsi & Beer, Zürich.

Das „Halfameer“ des inneralgerischen Hochlandes soll angeblich 5 Millionen Hektaren umfassen. Der Jahres-Export aus Algerien beträgt 80,000–110,000 Tonnen im Wert von reichlich 10 Millionen Franken, doch liesse sich (nach Battandier und Trabut) nach dem weiteren Ausbau des Bahnnetzes in das Halfagebiet die Produktion leicht vervierfachen. In Spanien bedeckt die Halfasteppe zwischen Madrid-Malaga-Valencia grosse Gebiete, ganz besonders in den Provinzen Murcia und Almeria. Der Gesamtertrag ist jedoch zurückgegangen; er beträgt jährlich nur noch 45,000 Tonnen gegenüber dem doppelten Betrag in den Jahren 1868—72. In Marokko trifft man *Stipa tenacissima* L. von den Ufern des Atlantic bei Tanger bis Mogador, bis zum inneren Hochland und den Bergen der nördlichen Abdachung des Hohen Atlas. Die Verwertung ist jedoch sehr unbedeutend, einzig Mogador exportiert pro Jahr 3000–4000 Tonnen Halfa. In Algerien steht, dank der Bahn Oran-Aïn-Sefra, die Provinz Oran an erster Stelle. Das Halfa gedeiht von der Küste bis in die obere Bergstufe des Sahara-Atlas. Bei der Besteigung des Djebel Mekter bei Aïn-Sefra sammelten wir das Halfagras noch bei 1300 m. In der Provinz Algier liegt die Nordgrenze des Halfa-Areals im Tell-Atlas, etwa einer Linie entsprechend, die von Tiaret über Teniet-el-Haâd nach Aumale und les Bibans verläuft. In der Provinz Constantine bedeckt das Halfagras die Abhänge der Berge (z. B. des Djebel Aures); es bestockt nicht die grossen Hochebenen, wie dies in Oran der Fall war. In Tunesien sind die Bergländer westlich von Kairouan, sowie die Hochflächen der Malmata und Haouïa mit Halfa bestanden. Weiter im Osten findet es sich noch in Tripolitanien bis zum Dschebel Gharian und Djebel Chuchara. Nach Rohlfs lässt es sich nach S. bis zum 30° N. verfolgen.

Von Holzpflanzen findet man in der Halfasteppe noch dürftige Exemplare von *Rosmarinus officinalis* L. und *Globularia alypum* L., sowie *Noaea spinosissima* Moq. und *Atractylis caespitosa* Desf. Über die spärliche Begleitflora haben Matthieu und Trabut (1891) S. 17/18 und Ch. Flahault (1907) S. CXXVI Listen veröffentlicht.

2. Die Drinn-Steppe. — Leitpflanze ist *Aristida pungens* Desf. Bezeichnend ist dieser Typus für Sandböden und Dünengebiete. Die Art erreicht jedoch ihre Hauptverbreitung in der Wüste. Wir haben sie auf den Dünen von Aïn-Sefra kennen gelernt und verweisen daher auf das dort Gesagte (Tafel XVII). Der Drinn hat für diese äusserst ariden Gebiete eine doppelte Bedeutung: er dient dem Kamel als Futterpflanze; mit seinem weitausladenden Wurzelwerk fixiert er den beweglichen Sand. Für den Chott-el-Chergui geben Matthieu,

Trabut und Ch. Flahault als Begleitpflanzen dieser Fazies folgende Arten an:

Scleropoa memphitica Boiss.
Malcolmia parviflora DC. (⊙)
M. aegyptica Delile (⊙⊙♃)
M. torulosa Boiss. ⊙
Matthiola livida DC. ⊙
Sisymbrium Irioides Boiss.
Lepidium subulatum L. (♄)
Muricaria prostrata Desf.
Reseda stricta Pers. ⊙ ⊙ ♃
Malva aegyptica L. ⊙
Erodium glaucophyllum Ait. ♃
Fagonia cretica L. ♄
Ononis angustissima L. v. *polyclada* Murb. ♃
Deverra chlorantha Coss. Dur. ♃
Saccocalyx satureoides Coss. Dur. ♄
Salvia lanigera Poiret ♃
Thymelaea microphylla Coss. Dur. ♄
Artemisia campestris L. ♃
Koelpinia linearis Pall. ⊙
Onopordon arenarium Pom. ⊙
Senecio coronopifolius Desf. ⊙
Zollikoferia resedifolia Coss. ♃

3. Die Sennah-Steppe mit *Lygeum Spartum* L. als Leitpflanze (Tafel XIII) besiedelt die Übergangsgebiete zwischen dem Sand- und Lehmboden, also diejenigen Stellen, wo der undurchlässige Lehmboden mehr oder weniger reichlich mit Sand gemengt ist. Indem der Sandgehalt mehr und mehr zurücktritt, gelangt man zum Lehmboden. Das ist das Gebiet:

4. Der Schihsteppe mit herrschender *Artemisia herba alba* Asso.

Die beiden letzteren Fazies der Steppe sind übrigens nicht immer scharf auseinander zu halten; sie beanspruchen die mehr zentraleren Teile des inneralgerischen Hochlandes. Wie wasserlose Flüsse durchziehen sie die Halfasteppe oder umsäumen sie gegen die zentrale Depression des Hochlandes in einer Breite von mehreren Kilometern.

Artemisia herba alba Asso beansprucht ungleich grössere Flächen als *Lygeum Spartum* L. Daneben tritt auch *Artemisia campestris* L. auf. Alle drei Arten liefern Schafen und Kamelen ein sehr dürftiges Futter.

Die Bestände des Spartograses werden von den Eingeborenen wie das Halfagras verwertet, ja demselben sogar vielfach vorgezogen; doch kommt es selten in den Handel (als „Esparto basto"), denn die Blätter sind viel kürzer und die Pflanze bedeckt verhältnismässig nur kleine Flächen. Das kriechende Rhizom dieses äusserst zähen Steppengrases entwickelt starre, binsenförmige Blätter. Die *Artemisia herba alba* Asso ist dagegen eine kleine, stark verzweigte, selten über fusshohe, graufilzige Holzpflanze von mediterran-orientalischer Verbreitung. Die Westgrenze wird in den iberischen Steppengebieten erreicht, die Ostgrenze liegt in Persien und Afghanistan. Sehr oft sind die Sträuchlein über und über bedeckt mit den runden,

ca. 1 cm dicken, weisswolligen Knospengallen von Rhopalomyia; Battandier und Trabut haben darauf hingewiesen, dass infolge der allmählichen Erhöhung des Erdbodens durch die periodischen Frühjahrsüberschwemmungen die Sennagh- und Schihsteppe sich nach und nach auf Kosten der Halfasteppe vergrössern.

Von Begleitpflanzen der Lygeum- und Artemisiasteppe sind zu erwähnen die beiden bevorzugten Futterpflanzen *Schismus calycinus* (L.) Coss. Dur. und *Plantago albicans* L., sowie *Peganum Harmala* L., eine Zygophyllacee mit satt dunkelgrünen Blättern, die aber wegen ihres übeln Geruches vom Weidevieh unberührt gelassen werden. *Anabasis articulata* Moq., eine Rutenpflanze, zerfällt leicht in einzelne Glieder. Dazu kommen zahlreiche, meist kümmerlich entwickelte Therophyten und zwei Pflanzen, die zur Sukkulenz neigen: *Atriplex Halimus* L. und *A. parvifolius* Lam., sie leiten zum folgenden Steppentypus über.

5. Die Salzsteppe (Tafel XII). — In der Lygeum- und Artemisiasteppe ist der Boden öfters schwach salzhaltig; nimmt der Salzgehalt aber zu, so verschwinden diese beiden Leitpflanzen; an ihre Stelle treten nun zahlreiche Salsolaceen.[1]) Die wichtigsten Arten sind:

Anabasis articulata Moq.
Atriplex Halimus L.
Halocnemon strobilaceum Moq. (beliebtes Kamelfutter, Hauptleitpflanze).
Halogeton sativus Moq. ⊙
Noaea spinosissima Moq.
Salicornia herbacea L. ⊙
Salsola spinescens Moq.
S. vermiculata Forsk.
S. Zygophylla Batt. et Trab.
Suaeda fruticosa L.
S. vermiculata Forsk.
Traganum nudatum Del.

Mit Ausnahme von *Halogeton*, die im Herbst den Schafen eine vorzügliche Weide liefert, und *Salicornia herbacea* besteht diese Vergesellschaftung vorwiegend aus stark verzweigten, knorrigen, zuweilen bedornten Kleinsträuchern, mit lineal bis pfriemlichen oder gebüschelten Blättern, die fast immer mehr oder weniger stark sukkulent sind. Die Formation ist immer sehr offen: zwischen dem

[1]) Prof. C. Hartwich teilt uns folgende Analyse mit:

Salzige Ausscheidung auf dem Erdboden am Chott bei El Kreider.

Enthielt qualitativ: Na, Mg, K (in Spuren), Ca, Fe (in Spuren), HCl, H_2SO_4, CO_2, SiO_2.

„ quantitativ:	Mg als Sulfat berechnet:	42.85 %
	Ca als Carbonat berechnet:	23.95 %
	Cl als NaCl berechnet:	11.87 %
	Fe als Fe_2O_3 berechnet:	6.53 %
		85.20 %
	SiO_2 und organische Substanz:	14.80 %
		100.00 %

Gewirr der dem Boden angedrückten Ästchen sammelt sich Sand, so wird die Pflanze immer wieder begraben, und immer wieder von neuem macht sie den Versuch, durchzubrechen. Auf diese Weise entstehen kleine, höckerartige Miniaturdünen, jede gekrönt von einem Salsolaceenbusch; indessen in den etwas niedriger gelegenen Stellen, zwischen den einzelnen Stöcken, der Boden mit weissen Salzausblühungen bedeckt ist. Diesen Typus haben wir auf einer Exkursion in der Umgebung von Kreider kennen gelernt. Er bezeichnet die tiefsten, nicht ausgelaugten Stellen der zentralen Depression des Hochlandes; die Salsolaceensteppe ist charakteristisch für die Umgebung der Chotts, jeder dieser Salzseen wird von einem mehr oder weniger breiten Gürtel dieses Steppentypus umgeben. Die Salsolaceen wachsen bald in einem Boden, der völlig von Salzwasser durchtränkt, bald so ausgetrocknet ist, dass er von Trockenrissen durchzogen wird. Öfters sieht man die Salzsteppe von Dünen mit ihrer eigenartigen Flora unterbrochen.

Die Begleitflora ist dürftig. Unsere Funde, ergänzt durch die Aufzeichnungen von Ch. Flahault, M. Matthieu und L. Trabut, ergeben folgende Liste:

Althenia filiformis Petit (in schwach salzhaltigem Wasser).
Gagea circinnata Dur.
Aeluropus littoralis Gouan
Eremopyrum orientale L.
Festuca arundinacea Schreb. v. *Fenas* Lag.
Glyceria distans L. v. *halophila*.
Lepturus incurvatus L.
Sphenopus divaricatus Gouan
Juncus maritimus Lam.
J. striatus Schousboe.
Scirpus maritimus L.
Ceratocephalus falcatus Mönch
Spergularia media Pers. v. *marginata* (DC.) Fenzl.
Herniaria mauritanica Murb.
Paronychia Cossoniana Webb.
Frankenia pulverulenta L.
F. thymifolia Desf., fol. (stellenweise reichlich).
Brassica rapa L.
Eruca sativa L. var. *stenocarpa* Boiss.
Hutchinsia procumbens Desf.
Lepidium subulatum L.
Malcolmia torulosa Boiss.
Muricaria prostrata Desf.
Schinopsis foetida Coss. Dur.
Erodium glaucophyllum Ait.
Astragalus geniculatus Desf.
Ononis angustissima Lam. v. *polyclada* Murb.
Plantago coronopus L.
P. crassifolia Forsk.
Androsace maxima L.
Sonchus maritimus L.
Taraxacum getulum Pomel

6. Die Dayas sind Depressionen mit fruchtbarer Erde und hohem Grundwasserstand. Besonders für den Nordrand der Sahara bezeichnend, fehlen sie dem Hochland jedoch auch nicht völlig. Bei der Erörterung der Wüste werden wir auf sie zurückkommen.

An solchen Stellen finden sich im Innern des Hochlandes die einzigen natürlichen Standorte für Baumwuchs. *Olea europaea* L. v. *oleaster* DC., *Pistacia atlantica* L. und *Zizyphus Lotus* L. sind deren drei Charakterpflanzen.

Geht man von den Randpartien des inneralgerischen Hochlandes aus, so nimmt gegen das Zentrum des Chott-el.-Chergui die Vegetation mithin mehr und mehr den Charakter einer Wüstensteppe an. Um so überraschender ist die Tatsache, in der Nähe der tiefsten Stelle der zentralen Depression Kulturland anzutreffen. Die Militär-



Phot. A. G. Tansley, Cambridge.

Fig. 3.[1] Pistacia atlantica Desf. zwischen Aïn-Sefra und Tiout.

station Le Kreider wurde 1880 gegründet. Sie verdankt ihre Existenz einer aussergewöhnlich kräftigen Quelle herrlich klaren Wassers, das in förmlichen Wellen aus dem Boden sprudelt. Früher bezeichnete diese Stelle ein ziemlich ansehnliches Sumpfgebiet. Durch die Bemühungen der Militärverwaltung ist dieselbe in einen Garten umgewandelt worden. Über 70 Hektaren sind trocken gelegt, von Bewässerungskanälen durchzogen und sorgfältig bepflanzt worden, und dies in einem völlig nackten, flachen, allen Winden ausgesetzten, ungefähr 1000 m über Meer gelegenen Hochland, das ein beinahe wüstenartiges Klima aufweist. Dieser Erfolg ist für die Zukunft vielversprechend und ein neuer Beweis für die ungewöhnliche Fruchtbarkeit bewässerter Steppenböden.

Gleich nach unserer Ankunft richten wir, von einigen Offizieren begleitet, unsere Schritte nach der Oase und sind nicht wenig erstaunt über die Fülle von Pflanzen und besonders Holzgewächsen, die hier zu sehen sind. Nach der langen Fahrt erfreut sich das Auge doppelt an dem verschieden abgestuften, zarten, frischen Hellgrün sich eben belaubender Bäume. Arten aller 5 Erdteile, von der gemässigten Zone bis zu den Subtropen sieht man hier beieinander:

Mitteleuropa ist vertreten mit *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L. und *Syringa vulgaris* L.; das Mittelmeergebiet mit *Pinus halepensis* Mill., *Populus alba* L., *Celtis australis* L., *Spartium junceum* L., *Nerium Oleander* L. und *Elaeagnus angustifolius* L. Der Orient hat geliefert: *Cupressus sempervirens* L., *Salix babylonica* L., *Populus nigra* L. v. *fastigiata* Poir., *Platanus orientalis* L.; aus dem Himalaja stammt *Pinus excelsa* Wallich und *Melia Azedarach* L.; aus den Gebirgen Japans *Zelkowa acuminata* (Lindl.) Planch., *Ligustrum japonicum* Hort., und von Ostasien kommen: *Sophora japonica* L. und *Morus Kaempferi* Seringe. Australien stellt mehrere *Eucalypten*, und Nordamerika *Populus trichocarpa* Torrey et Gray und *Maclura aurantiaca* Nutt.

Und aus dem bereits zu stattlicher Höhe herangewachsenen Gehölz geht es in einen weiten Obstgarten. Die Feige gedeiht vortrefflich, nicht nur der Kirschbaum, sondern selbst Äpfel, Zwetschgen, Aprikosen und Pfirsiche bringen es zu reicher, wohlschmeckender Fruchternte. Selbst die Rebe fehlt nicht; auch die Quitte wird angebaut, und die Erdbeere sieht man in ganzen Feldern.

Das Hauptgewicht ist aber auf die Gemüsezucht gelegt; dieselbe wird in so grossem Maßstabe betrieben, dass sie völlig zur Verproviantierung der ganzen Garnison ausreicht. Erbsen, Saubohnen, Artischoken, Runkelrüben, Zwiebel, vor allem aber Kartoffeln und Spargeln bilden die abwechslungsvolle Kost dieses Platzes, und in der Umgebung sieht man grosse Schafherden weiden. Von Getreide wird Gerste gebaut, von Futterpflanzen die Luzerne.

Um die Quelle, in Gräben und Wegborden haben wir gesammelt:

Potamogeton densus L.
Typha angustifolia L.
Carex divisa Huds. in einem Süsswasserbecken.
Scirpus lacustris L.
S. Holoschoenus L.
Juncus maritimus Lam.
Asparagus officinalis L.
Adonis microcarpa DC.
Ranunculus macrophyllus Desf.
Hutchinsia procumbens Desf.
Sisymbrium irioides Boiss.
Lotus corniculatus L.
Tetragonolobus siliquosus L.
Veronica Anagallis L.
Plantago Coronopus L.
Sonchus maritimus L.

Es sind vorwiegend mediterrane Arten; die eigentlichen Sumpf- und Wasserpflanzen bringen hier mitten in der Wüstensteppe einen borealen Zug in das Vegetationsbild. In Gräben sahen wir massenhaft Armleuchtergewächse und an Wegborden eine *Statice*, die aber noch nicht in Blüte war (*St. delicatula* de Gir.?). Reiche Filze von Grünalgen flottierten im sprudelnden Wasser. Von Ch. Flahault wird auch noch die seltene Jungermaniacee *Riella Cossoniana* Porsild angegeben, ein typischer Schlammbewohner mit eigentümlich wendeltreppenartig um das Stämmchen verlaufendem blattähnlichem Flügelsaum.

Doch die Bahn führt uns weiter nach Süden. Neuerdings erscheinen die verschiedenen Steppentypen; mit der Annäherung an den südlichen Rand des inneralgerischen Hochlandes gewinnt wiederum die Halfasteppe an Bedeutung. Merkwürdiges Zusammentreffen! Durch dieses Land, wo es sonst oft monatelang keine Niederschläge gibt, fahren wir bei ausgesprochenem Regenwetter. Ganz erstaunt sagt der Kellner unseres Speisewagens: „hier regnet es sonst nie". Doch an die Wagenfenster schlägt der Regen, auf dem undurchlässig lehmigen Boden sammelt sich das Wasser zu Pfützen, Lachen, ja zu förmlichen Seen, und grau in grau ist die sonst schon so trostlose Landschaft.

Die weit auseinander liegenden Stationen sind jeweilen sehr massiv gebaut, mit festungsartigen Mauern umgeben, mit Schiessscharten versehen. Kleinere und grössere Baumgruppen (*Robinia pseud-acacia* L., *Melia Azedarach* L.) lassen die Bahnhofanlagen schon aus weiter Ferne erkennen. In der Nähe der Bahn sieht man hin und wieder primitive Schutzhütten für die Hirten aus losen Steinen oder Lehm aufgebaut. Nun wird im Süden der Sahara-Atlas sichtbar, er trägt in den höheren Lagen noch ziemlich viel Schnee. In der Nähe erhebt sich der Djebel Aissa und zeigt einen zart grünen Anflug von Vegetation: *Pinus halepensis* Mill. und Gebüsch von *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. Hoch über uns beschreibt der Aasgeier weite Kreise und späht nach Beute. Eine Kamelherde schreitet gravitätisch, in ruhig gemessenem Schritt über die Ebene. Hin und wieder sieht man auf der Artemisiasteppe auch kleinere Gruppen von Kamelen weiden.

Nun ist Mekalis erreicht. Mit 1314 m Meereshöhe ist dies der Kulminationspunkt der Bahn Oran-Colomb-Béchar (748 km). Der Himmel heitert auf. Die Bahn senkt sich rasch. Mehrere Oueds, cañonartig eingeschnitten, sind überbrückt und gestatten einen flüchtigen Einblick. Gebüsche von *Nerium Oleander* L., wilder Ölbaum, *Retama*, *Rhus oxyacantha* Cav., *Pistacia atlantica* Desf. und *Zizyphus*

Lotus L. bezeichnen ihren Verlauf. Nur wenige Meter seitlich fehlt der Holzwuchs wiederum ganz.

Jetzt sind wir in Aïn-Sefra (1090 m), einer ausserordentlich nüchternen, modernen Stadtanlage mit vorwiegend militärischem Gepräge (Tafel XVI). Dieser Hauptwaffenplatz Südoraniens wurde erst 1881 gegründet. Ein merkwürdig buntes Völkergemisch belebt den kleinen Bahnhof. Die erste Stelle beansprucht das Militär, Vertreter aller Waffengattungen und Spezialtruppen prunken in äusserst bunten Uniformen. Fremdenlegionäre verkehren miteinander in allen Sprachen Europas; Araber im schneeweissen Burnus, meistens alttestamentlich-patriarchalische Gestalten, sehen auf das Getümmel mit stoischer Ruhe und Würde, dazwischen drängen sich Kolonisten, Juden, Neger; sie bieten allerlei Esswaren und Landesprodukte den Vorbeireisenden an. Ja selbst Damen in den neuesten Parisertoiletten, wohl Frauen höherer Offiziere, haben sich eingefunden, denn die Ankunft des Zuges bietet die einzige Abwechslung dieses vorgeschobenen Postens französischer Kolonisation. Heute ist der erste diesjährige Regen (30. März) das grosse Tagesgespräch, das alle in gleicher Weise bewegt. Doch jetzt strahlt der Himmel bereits wieder in seinem intensiven Blau. Regengüsse sind in Aïn-Sefra (= „gelbe Quelle") selten, aber wenn sie niedergehen, werden die Oued plötzlich zu reissenden Strömen. Auf diese Weise wurde am 21. Oktober 1904 das neu angelegte europäische Viertel völlig verwüstet.

Aïn-Sefra liegt zwischen dem Djebel Aissa im Norden und dem Djebel Mekter im Süden in einem weiten, muldenförmigen Hochtal. Es ist die gegebene Durchgangspforte vom inneren Hochland zur Sahara. Diese geographische Lage kommt auch in der Vegetation zum Ausdruck. Steppen- und Wüstenflora begegnen sich hier. Eine bezeichnende Fazies der Wüstenflora, die Düne und ihre Vegetation, kann man in vortrefflicher Weise studieren auf der etwa 200 m hohen Dünenkette braunroten Flugsandes, die sich im Süden des Ortes über eine Entfernung von nahezu 20 km hinzieht (Tafel XVII). Uns interessiert aber zunächst nur die Steppe: über die Dünenflora wird im nächsten Abschnitt berichtet werden. Bevor wir unsere Schritte der Wüste zuwenden, sollen von Aïn-Sefra aus noch zwei Exkursionen ausgeführt werden, die eine auf den Djebel Mekter, die andere nach der berühmten Oase von Tiout.

Doch werfen wir zunächst noch einen kurzen Blick auf die zum Schutz des Ortes gegen die vorrückende Düne in den Jahren 1880 bis 1885 durch den Hauptmann Godron, einem Neffen des berühmten Verfassers der „Flore de France", ausgeführten Anpflanzungen von Holzarten, die bereits zu ansehnlicher Höhe herangewachsen sind und sich

aus einiger Entfernung wie ein stattlicher Park ausnehmen (Tafel XVI). Tonangebend sind die Pappeln; sie sind jetzt noch völlig unbelaubt. Sehr wirkungsvoll hebt sich *Populus alba* L. durch die weisse Rinde vom roten Sande ab, ganz besonders, wenn sie sich zwischen den dunklen, schwarzgrünen, säulenförmigen Zypressen erhebt. Auch *Populus nigra* L., die Schwarzpappel, ist in einer Abart mit schneeweisser Rinde vertreten, und zwar meistens in Pyramidenform (*P. nigra* L. v. *fastigiata* Poiret subv. *Thevestina* Dode). Eucalypten und die Aleppoföhre (*Pinus halepensis* Miller) bilden kleine, dichtere Gruppen. Von mehr untergeordneter Bedeutung sind *Elaeagnus angustifolius* L., *Robinia Pseudacacia* L., *Salix babylonica* L., *Populus euphratica* Oliv., *Fraxinus excelsior* L. v. *oxyphyllus* Desf. und *Ficus Carica* L., häufiger dagegen der Oleander; auch das spanische Rohr (*Arundo Donax* L.) sieht man stellenweise angepflanzt. Die Dattelpalme ist spärlich vorhanden, entsprechend der hohen, windoffenen Lage hat sie zuweilen vom Frost zu leiden. Viel häufiger, eine eigentliche Oase bildend, findet sie sich dagegen in etwas geschützteren Lagen im Ksar und westlich von Aïn-Sefra.

VIII. Im Sahara-Atlas.

Und nun auf zur Tagestour auf den Djebel Mekter! Der Hauptgipfel Ras Chergui erreicht eine Meereshöhe von 2060 m. Diese Exkursion soll uns einen Einblick in Vegetation und Landschaftscharakter des Sahara-Atlas verschaffen. Die nötigen Reittiere und eine kleine Bedeckung, welche gleichzeitig die Führung übernahm, sind uns am Morgen des 6. April durch das Militärkommando zur Verfügung gestellt worden. Bald ist die Karawane gebildet. Um 7 Uhr marschieren wir vom Hôtel de France, unserem nichts weniger als luxuriösen Standquartiere ab. Die Durchquerung der Dünenregion nimmt mehr Zeit in Anspruch, als wir erwartet hatten. Nicht nur war der Marsch stellenweise mühsam, auch die Photographie und Botanik erforderten manchen Halt. Nach 9 Uhr ist wieder alles besammelt. Jetzt erst beginnt die eigentliche Besteigung. Dieselbe bereitet keinerlei Schwierigkeiten. In mässiger Steigung erhebt sich das Gebirge, die Abhänge werden von einer grösseren Zahl mehr oder weniger tief eingeschnittenen Runsen durchfurcht. Ein steiniger Saumpfad führt uns bis zu dem einst mit einer optischen Signalstation versehenen Gipfel.

Einförmig wie das Gelände gestaltet sich auch die Flora. Es lassen sich immerhin zwei Höhenstufen unterscheiden:

a) Die Felssteppe von ca. 1150—1450 m trägt Steppenwüstencharakter. Der felsige Abhang ist mit zahlreichen grösseren

und kleineren roten Sandsteinen bedeckt, die jedoch meistens von einer schwarz glänzenden Wüstenpatina überzogen sind. Baumwuchs fehlt zunächst ganz, stellt sich aber von 1300 m ein; er ist bis gegen 1450 m jedoch auf die Runseneinschnitte beschränkt. Die Vegetation ist sehr offen. Charakter- und Leitpflanze dieser Höhenstufe ist das Halfagras, das in büschelartigen Horsten weite Strecken bedeckt. Das Gras blüht im Sahara-Atlas im Mai oder Juni. Die über 2 m hohen Halme endigen in einer stattlichen Blütenrispe, deren Ährchen bis 7 cm lange, gekniete Grannen tragen. Gelegentlich rücken die Horste näher zusammen, so dass dann der Eindruck einer zusammenhängenden Grassteppe geweckt wird. Im übrigen verweisen wir auf das bereits Seite 111—113 über dieses xerophytische Gras Gesagte.

Ch. Flahault hat in seinem Exkursionsbericht (1907) S. CXXVI ein Verzeichnis der Begleitpflanzen der Halfasteppen um Le Kreider gegeben. Die Grosszahl dieser Arten findet sich auch wieder in der Felsensteppe am Djebel Mekter. Doch treten auch noch einige neue Typen auf. Auffallend ist die grosse Zahl von Rutenpflanzen; dahin gehören *Ephedra alata* DC., ein kleines, reich verzweigtes Sträuchlein mit steif abstehenden Rutenästen und langen Ausläufern, die sich wiederum bewurzeln. Die Früchte sind mit breit-membranösen, flügelartigen, gelblichen Brakteen umgeben. Die Pflanze gehört dem Nordrand der Sahara an. Höher erhebt sich *E. fragilis* Desf., deren langgegliederte, blattlose Zweige öfters Neigung zeigen, sich um andere Holzpflanzen zu winden. Auch *Anabasis articulata* (Forsk.) Moquin, eine buschige Chenopodiacee, gehört diesem Typus an; sie ist sowohl auf den Chotts wie in der Sahara weit verbreitet. Aus Tripolitanien und der Cyrenaika fehlt sie in keinem Verzeichnis der von G. Rohlfs aus jenen Gegenden mitgebrachten Pflanzen. Die Äste sind sehr brüchig und gliedern sich leicht ab. Oft sieht man um die Pflanze gebleichte, abgestorbene und abgefallene Zweigteile. *Deverra scoparia* Coss. et Dur., eine Umbellifere, ist ebenfalls ein Besenstrauch; die zahlreichen biegsamen, dünnen, binsenartigen Äste sind reich verzweigt und strahlen von einem gemeinsamen Zentrum nach allen Seiten aus, so dass ein Halbkugelbusch zustande kommt. Besonders wichtig ist die *Zollikoferia spinosa* Boiss.; sie bildet halbkugelige Dornbüsche, die stellenweise in der Halfasteppe lokal zur Vorherrschaft gelangen. Der reichlich gabelig verzweigte Kleinstrauch ist in der Trockenperiode beinahe blattlos, die Zweigenden hackig-dornig. Zur Fruchtzeit fallen die Blütenköpfchen ab, es verdornen alsdann auch noch die Infloreszenzstiele. Ausser durch die weitgehende Verkümmerung der Blätter fällt die Pflanze dadurch auf, dass all ihre Teile von einem bläulich-weissen Wachsüberzug

bedeckt sind. Auch andere Arten neigen zur Verdornung. *Moricandia arvensis* DC. tritt in der var. *spinosa* Pomel auf.

Von untergeordneter Bedeutung, meistens nur in wenigen Individuen angetroffen wurden:

Artemisia herba alba Asso.
Astragalus Fontanesii Coss*)
!*Centaurea incana* Desf. v. *Saharae* Hochr.
!*Crambe Kralikii* Coss.
Echiochilon fruticosum Desf.*)
Echinospermum spinocarpos Boiss.*)
E. patulum Lehm.*)
Haloxylon articulatum Boiss.
Linum strictum L.
!*Paronychia Kapela* Hack.
!*Polycnemum Fontanesi* Dur. et Coss.
Plantago Psyllium L.
!*Polygala rupestris* Gourr. v. *rupicola* Pomel
Rumex vesicarius L.*)
Silene setacea Viv.

Schon diese recht unvollständige Liste lehrt, dass das circummediterrane Element stark zurücktritt: neben Steppen- und Saharapflanzen sind es ganz besonders orientalische*) bezw. ostmediterrane und endemische Arten (!), die der Felsensteppe ein ganz besonderes Gepräge geben.

b) Die Buschsteppe v. ca. 1450—2060 m (Tafel XV). Sie ist durch zwei Eigentümlichkeiten charakterisiert: durch das Auftreten grösserer Holzpflanzen und durch das Vorherrschen mediterraner Arten. Mit zunehmender Meereshöhe nimmt der Steppencharakter ab, das zeigt sich einerseits in der Begleitflora, anderseits in der üppigen, öfters baumartigen Entfaltung der Holzgewächse. Bäume mit wohlentwickeltem Stamm treten unterhalb 1800 m höchstens in den etwas feuchtern und windgeschütztern Runsen auf. Meistens sind es sehr dicht verzweigte Büsche, die gewöhnlich nur eine Höhe von 1—3 m erreichen und die sich fast immer dicht über der steinigen Unterlage in mehrere gleichwertige Stämmchen teilen. Da das dichtbelaubte und ineinander verflochtene Astwerk bis an den Boden reicht, so besitzen sie Kugel- oder Kegelform. Diese Büsche sind über das Gelände des oberen Teiles des Djebel Mekter in ähnlicher Weise verteilt, wie in der unteren Stufe die Halfahorste. Aus einiger Entfernung ergibt sich daher ein höchst eigentümliches Vegetationsbild. Vorherrschend ist der nackte, gelbbraune, einen Ton ins Rötliche zeigende Boden. Über denselben zerstreut sind in ziemlich gleichmässiger Verteilung die dunklen, fast schwarzgrünen Flecken der immergrünen Büsche. So kommt eine Landschaft zustande, die in ihrem Gesamteindruck ganz an das Fell eines Panters erinnert. Man könnte sie als „Panterbuschsteppe" bezeichnen. Gegen den Gipfel stehen die Büsche dichter, auch werden sie höher und nehmen

mehr und mehr Baumform an; so erreichten unmittelbar unter dem Gipfel die beiden Wacholder 3—4 m (Tafel XVIb), die Steineiche sogar über 5 m Höhe.

Die Leitpflanzen der Buschsteppe sind *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. (60 %) und *Juniperus Oxycedrus* L. (30 %); an dritter Stelle kommt *J. phoenicea* L. (zuerst bei 1360 m beobachtet). Während in der unteren Stufe die beiden Wacholder vorherrschen, bekommt von 1700 m an die Steineiche das entschiedene Übergewicht. Immerhin treten kräftige, uralte Wacholderbäume noch unmittelbar unter der höchsten Erhebung auf (über 2000 m). Den Rosmarin (*R. officinalis* L.) haben wir zum erstenmal bei 1420 m in zwei Meter hohen Exemplaren bemerkt, *Erica arborea* L. spärlich bei 1800 m. Auch der wilde Ölbaum (*Olea europaea* L. v. *Oleaster* DC.) fehlt nicht. Das Auftreten knorriger Ceratonien an Felsen bei 1600 m macht ganz den Eindruck einer indigenen Art. In den zur Zeit unseres Besuches völlig ausgetrockneten Bachbetten wurzelt *Nerium Oleander* L. Von Kleinsträuchern sind vertreten: *Ephedra nebrodensis* Tin., *Helianthemum virgatum* Pers., *Bupleurum atlanticum* Murb., *Antirrhinum fruticosum* Desf. und *Helichrysum caespitosum* DC.

Die tonangebenden Arten der Buschsteppe sind somit mediterrane Niederungspflanzen, Vertreter der Macchien und der Garigues, die hier am Nordrand der Sahara, 400 km vom Südrand des Mittelmeeres zu typischen Vertretern einer Gebirgsflora geworden sind. Es ist das eine Pflanzenwanderung, die offenbar von nördlichen Gegenden ausgegangen, hier im Sahara-Atlas ihre Südgrenze erreicht hat. Kürzlich habe ich an anderer Stelle darauf hingewiesen[1], dass von nördlichen Ländern ausgehend, offenbar dreimal eine solche „Pflanzenwelle" sich nach Süden ausgebreitet hat; jedesmal hat sie an einem Gebirgssystem, das mehr oder weniger parallel zu den Breitegraden verläuft, gebrandet und damit ihre Südgrenze erreicht. **Jedesmal ist die nordische Niederungsflora zu einer südlichen Gebirgsflora geworden.** Von diesen drei Pflanzenwanderungen sprechen die arktischen Florenbestandteile der Hochalpen, die mitteleuropäisch-silvestren Elemente vieler höherer Gebirgsteile der Mittelmeerländer, die mediterrane Flora der Hochalpen des Sahara-Atlas.

Gegenströmungen fehlen zwar nicht. Es sei nur auf die Steppeninseln Spaniens verwiesen, die in ihrem Florenbestand, wenigstens zum Teil, auf Nordafrika hindeuten, oder es sei erinnert an die alt-

---

[1]) M. Rikli, „Richtlinien der Pflanzengeographie", Bd. III Abderhaldens „Fortschritte der Naturforschung" (1911) S. 294.

afrikanischen Florenbestandteile und mediterranen Einstrahlungen der Alpenflora, an die sog. Südflora im Hintergrund der Fjorde West-Grönlands usw. Doch kommt diesen Wanderungen keine so grosse, allgemeine Bedeutung zu. Entweder liegt die Einwanderung schon so weit zurück, dass, wie dies bei den altafrikanischen Elementen der Alpenflora der Fall ist, die Fremdlinge sich so sehr mit der autochtonen Pflanzenwelt der Alpen assimiliert haben, dass wir geneigt sind, sie als Kinder unserer Alpen zu erklären und dass nur der gewiegte Pflanzengeograph auf Grund eingehender, sorgfältiger Studien ihre Urheimat klarzulegen vermag. Oder aber, die Einwanderung ist beschränkt auf gewisse, relativ engbegrenzte Bezirke oder schmale Linien (Flusstäler), die für den Norden besonders günstige Lebensbedingungen aufweisen, bedingt durch ein wärmeres Lokalklima oder durch besondere edaphische Verhältnisse (Kalkstein, trockener Sandboden usw.).

Die Begleitflora der Buschsteppe war zur Zeit unseres Besuches recht spärlich. Da und dort eine mannshohe *Ferula communis* L., ein Büschel bleigrüner *Lygeum Spartum* L. Die interessanteste und häufigste Erscheinung sind ohne Zweifel die stattlichen, kompakten Polster von *Atractylis caespitosa* Desf. einer distelartigen Komposite, die sich aus einer grossen Zahl derb lineal-lanzettlichen, dornig-gezähnten, rosettig gehäuften Blattbüschel aufbauen. Es ist ein Endemismus der nördlichen Randgebiete der Sahara von Marokko bis Tunis; die Polster dieser Charakterpflanze erreichen bei einem Durchmesser von 1—1,2 m eine Höhe von 60—70 cm.

Festuca atlantica Duv. Jouve bildet wie in den höheren Lagen (1400—1600 m) des Tell-Atlas auch hier (1600 - 2060 m) wiederum den Hauptbestandteil des Weiderasens. *Plantago albicans* L. ist eine der wenigen typischen Steppenpflanzen, die bis zur Gipfelstufe des Djebel Mekter vordringen; dazu gesellen sich einige Endemismen von mehr oder weniger beschränkter Verbreitung: im Geröllschutt *Chrysanthemum Maresii* Coss., bezeichnend für die Gebirge des südlichen Oranais (am Djebel Mekter von 1900—2050 m), *Alyssum macrocalyx* Coss. vom Sahara-Atlas und *Erucastrum leucanthum* Coss. mit dem Massenzentrum auf den Hochflächen der Chotts. Ein grösseres Areal besitzen die Saharapflanze *Reseda arabica* Boiss., das iberisch-mauritanische *Alyssum granatense* Boiss. Reut., *Maresia nana* Pomel, eine einjährige Crucifere, die bis in den Orient verbreitet ist und auch im Tell-Atlas auftritt. *Alyssum montanum* L. v. *atlanticum* Desf. und *Biscutella auriculata* L. v. *mauritanica* Jord. sind nordafrikanische Abarten weitverbreiteter mediterraner Typen. *Lamium amplexicaule* L., *Thlaspi perfoliatum* L., *Androsace maxima* L. und *Veronica tri-*

phyllos L., die wir noch wenige Schritte unter dem Gipfel gesammelt haben, gehören auch noch der Flora von Mitteleuropa an. Die meisten dieser Arten sind Therophyten, die als rasch vergängliche Miniaturpflänzchen auftreten.

Bevor wir unser Interesse der Wüste zuwenden, unternehmen wir noch eine halbtägige Exkursion nach der Oase Tiout, 17 km östlich von Aïn-Sefra. Die Militärbehörde hatte uns in zuvorkommender



Phot. F. Ny..., cand. phil., ...

Fig. 4. Phelipaea violacea Desf. bei Tiout.
Schmarotzer auf Salsolaceen.

Weise Reitpferde und Sanitätswagen zur Verfügung gestellt, und in sausendem Galopp ging es über die Steppe. Der Hauptzweck dieser Tour war der Besuch der Oase selbst. Tiout ist die höchst gelegene Palmenoase der Atlasländer, liegt der Ort doch bei 1120 m Meereshöhe (Tafel XVIII). Trotzdem gedeiht die Dattelpalme noch vorzüglich. Und einige hundert Meter im Nordosten der Niederlassung sieht man etwa 20 m über dem Talboden an einer rötlichen Felswand prähistorische Umrisszeichnungen von Tieren (Elephanten,

Löwen, Ochsen) und Jäger mit Bogen. Die lybisch-berberisch und arabischen Inschriften sind späteren Datums.

Die Steppenvegetation, die den steinigen, fast ebenen Boden zwischen Aïn-Sefra und Tiout bedeckt, muss als eine sehr monotone Strauchsteppe bezeichnet werden. Neben Charakterpflanzen der inneralgerischen Hochflächen fällt bereits eine grössere Zahl typischer Saharapflanzen auf. In einigen Trockentälern sieht man wiederum vereinzelte Exemplare von *Pistacia atlantica* Desf.; die einzelnen Bäume stehen jeweilen mehrere hundert Meter oder noch mehr voneinander entfernt. Wir haben leider versäumt, eine Florenliste aufzunehmen: die folgende Liste ist auf Grund der mitgebrachten Ausbeute zusammengestellt:

Stipa tenacissima L.
Zilla macroptera Coss. Dur.
Acanthyllis tragacanthoides Pom., ein Dornstrauch.
Haloxylon articulatum Boiss.
Philipaea violacea Desf.
Galium ephedroides Willk.
Artemisia herba alba Asso.

IX. Die Wüste.[1])

Seit Anbeginn der Dinge ist die Pflanzenwelt bestrebt, das nackte Skelett der Mutter Erde mit grünem Kleide mitleidsvoll zu umhüllen. Gewaltig ist ihre Expansionskraft, unwiderstehlich ihre Besiedelungstüchtigkeit, dank der unerschöpflichen Fülle verbreitungsfähiger Keime, die sie ausstreut, und dank einer beinahe schrankenlosen Anpassungsfähigkeit an die extremsten Bedingungen.

So hat das gewaltige Heer einer halben Million von Pflanzenarten die ganze flüssige und feste Erdrinde in Besitz genommen, und ihre tausendfältig wechselnden Vergesellschaftungen, ihre Formationen, sind ein treues Abbild der unendlich mannigfaltigen Kombinationen der Lebensbedingungen.

Wo aber diese lebensfeindlich sich gestalten, da entstehen Lücken im lebendigen Kleid der Erde, es entstehen pflanzenarme, ja pflanzenleere Strecken: wir nennen sie Wüsten im weitesten Sinne des Wortes.

I.

Diese allgemeinsten Wüsten werden durch ein zu Wenig oder ein zu Viel der einzelnen Lebensfaktoren in der verschiedensten Weise hervorgerufen.

Trockenwüsten, die Wüsten kat' exochén, sind die regenarmen Gebiete der Erde.

[1]) Dieses weiter ausgreifende Kapitel bildet eine etwas umgearbeitete Wiedergabe eines Zürcher akademischen Rathausvortrags (Schr.)

Kältewüsten sind die Firn- und Eisfelder und die verarmten Tundren und Felsfluren der Polarregionen und der Hochgebirge.

Dunkelwüsten sind die lichtlosen Tiefen der Ozeane und Binnengewässer.

Hitzewüsten sind die Wasser heisser Quellen,

Hungerwüsten die nährstoffarmen, aber lichtdurchfluteten oberen Regionen der Gewässer, und die nährstoffarmen Böden: reiner Quarzsand, der Serpentin mit seinen „Totalpen", und die „Gipswüsten" der „White Sands" im Otero-Bassin in New Mexiko, und in West-Australien.

Ihr Widerspiel finden die Hungerwüsten, bei denen die Nährstofflösung zu schwach konzentriert ist, in den Gebieten mit zu stark konzentrierter Nährlösung, die durch zu hohen osmotischen Druck schädlich wirkt: wir könnten sie osmotische Wüsten nennen; es sind die salzdurchtränkten Böden in Trockengebieten und vulkanischen Gegenden, oder an den Ufern von Salzseen und das zu stark konzentrierte Wasser der Salzseen selbst.

Giftwüsten werden durch tödlich wirkende Stoffe: Schwefeldämpfe, Quecksilberdämpfe etc. verursacht.

Mechanisch bedingte Wüsten sind die aus mechanischen Gründen unbesiedelbaren Strecken: Harter Fels, bewegliche Geröllfelder, lebendige Dünen, reissende Ströme, und wenn man will, auch die anthropogenen Wüsten, die Strassen und Plätze, die Dächer der Häuser.

Es ist ein sprechendes Zeugnis für die Allgegenwart des organischen Lebens und für die unbegrenzte Anpassungsfähigkeit der Organismen, dass alle die eben aufgezählten Wüsten doch organisches Leben beherbergen, das den extremen Bedingungen angepasst ist. Es sind also nur arme, aber keine leeren Strecken. Absolute Wüste ist selten. Überall finden wir noch eine Wüstenflora, als Flüchtlinge im Kampf ums Dasein, als hartringende Proletarier der Pflanzenwelt, gerade dadurch unser Interesse, ja unsere Sympathie weckend.

Die Kältewüste der Eis- und Firnfelder nährt eine Algen- und Pilzflora von ca. 70 ihr eigentümlichen Arten, nicht etwa bloss zufällig verschlagener Einwanderer aus bessern Gefilden; ich brauche nur an die allbekannte Alge des roten Schnees zu erinnern. Es ist überhaupt an keinem Punkt der Erde die Temperatur jemals so tief, dass ihr keine Pflanze widerstehen könnte. Die Hitzewüste der heissen Quellen hat ihre besondern Spaltalgen, die bis 80° C. aushalten; die wärmeliebenden Spaltpilze gedeihen noch bei 70° C., und selbst Flagellaten, die normal bei 16° C. lebten, konnte Dallinger

in 7jährigen Versuchen bis zu 70° C. gewöhnen. Die Hungerwüste des belichteten offenen Wassers ist belebt durch eine mikroskopische Schwebeflora, die in ihrem Chlorophyllapparat die Energie des Sonnenlichts einfängt und mit ihrer Hilfe die Ernährung für die Schwebefauna und alles weitere schafft; die Dunkelwüste der ozeanischen Tiefen beherbergt bis zu 4—5000 m eine absonderlich gestaltete Tierwelt. Auch an hohen osmotischen Druck, an stark konzentrierte Lösungen passen sich manche niedere Organismen an: Schimmelpilze leben noch in 50%iger Traubenzuckerlösung, Kieselalgen in Salinenwässern von 23% Salzgehalt. Den harten Fels besiedeln die genügsamen Flechten, aus dem Sande der Wanderdünen arbeiten sich kriechende Gräser und Seggen immer wieder heraus; das felsige Bett reissender Tropenströme bewohnt eine zu flechten-, algen- und moosähnlichen Gestalten reduzierte Pflanzenfamilie, die *Podostemonaceen*, und der Staub der anthropogenen Wüste, der Strassen und Plätze ist niemals bakterienfrei.

Die Trockenwüste endlich, die Wüste regenarmer Gebiete, sie hat eine vielgestaltige Flora von Xerophyten, von Pflanzen mit Trockenheitsschutz erzeugt, die in auffallender Weise das Gepräge ihres Standortes tragen und eine unerschöpfliche Quelle für das Studium der Anpassungen bilden.

Überblicken wir die Wüsten im weitesten Sinne, so treten uns nach der Herkunft der bewirkenden Faktoren zwei Gruppen entgegen: die einen danken wir dem Himmel, die andern der Erde. Die ersten sind klimatische Wüsten, auf weite Strecken die Natur des Himmelsstriches andeutend, regional ausgebildet, die andern sind Bodenwüsten („edaphische" Wüsten), durch physikalische und chemische Eigenschaften des Substrates erzeugt und meist lokaler Natur.

Die Trockenwüste, die Kältewüste und die Dunkelwüste sind klimatische, alle übrigen sind edaphische Formationen.

Die klimatische Wüste entsteht durch eine Abnahme einer der Hauptbedingungen pflanzlichen Lebens, der Feuchtigkeit oder der Wärme oder des Lichtes. Die Trockenwüste, verbunden mit der nahe verwandten Steppe, schlägt länderweite Gebiete der Erde mit dem Fluche der Öde und Unfruchtbarkeit, die Kältewüste überzieht die froststarrenden polaren und hochalpinen Regionen mit dem Schweigen des Todes, die Dunkelwüste erfüllt die Tiefen des Ozeans.

II.

Als Wüste im engern Sinn, als Wüste par excellence gilt freilich nur die Trockenwüste: im allgemeinen Sprachgebrauch, in der Definition

des Geologen und des Geographen, wie des Geobotanikers. Auch wir wollen uns hier nur mit dieser landläufigen Wüste beschäftigen. Dabei wollen wir die Steppe, als anschliessende weniger ausgesprochene Formation, zum Vergleich ebenfalls heranziehen.

Die Wüste ist also pflanzengeographisch ein Grenzbegriff, eine allmählich mit steigender Trockenheit aus gesegnetern Pflanzenformationen entstehende Reduktionsform, besiedelt von den trockenfestesten Bewohnern der angrenzenden Formationen, insbesondere der Steppe, aber auch von neuen, eigenartigen, von ihr erzeugten und nur ihr eigenen Pflanzenformen neuern oder ältern Datums.

Definieren wir sie nach ihren positiven pflanzengeographischen Merkmalen, so können wir sagen: Eine Wüste ist ein klimatisch bedingtes Trockengebiet, das entweder ganz vegetationslos oder von vereinzelten xerophytischen Stauden oder Sträuchern besiedelt ist, so dass der nackte Boden weit vorherrscht. Eine dichtere Vegetation kann vorübergehend durch Regen oder Nebel hervorgelockt werden, oder sie besiedelt bleibend, selbst mit Bäumen die besser bewässerten Oasen, edaphische Inseln im klimatischen Trockenmeer der Wüste; sie finden ihr Analogon in den „Wärme-Oasen" der arktischen Tundra, den „Urteli" oder Blumengärten günstig exponierter oder besonders geschützter Stellen.

Die Wüste geht mit klimatisch gesteigerter Feuchtigkeit über in die Steppe. Das ist nach dem landläufigen Begriff ebenfalls eine locker den Boden besiedelnde offene Formation, aber das Grün herrscht vor, die nackten Zwischenräume treten zurück.

Legt man sich auf den Boden und schaut gegen die Steppe, so erscheint die Vegetation durch Zusammenschluss der hintereinander liegenden Pflanzen lückenlos, was bei der Wüste nicht der Fall ist. Wir unterscheiden Grassteppe, Strauchsteppe, Dornbuschsteppe, Sukkulentensteppe; mischen sich einzelne Bäume bei, so entsteht die Savanne.

Wüste und Steppe gehören zusammen und durchdringen sich vielfach; sie sind die Pflanzenformationen arider Regionen, denen diejenigen der humiden Regionen gegenüberstehen. Sie sind von einer und derselben Lebensform, den Xerophyten bewohnt: Wüstenpflanzen und Steppenpflanzen zeigen dieselben Anpassungen. [1])

[1]) Über den Begriff „Steppe" sind die Pflanzengeographen nichts weniger als einig. Er stammt von den ungarischen und südrussischen Trockenwiesen her. Tanfilief, der beste Kenner dieser „Steppen", definiert sie folgendermassen (Ergebnisse des internat. Bot. Kongresses in Wien 1905, Jena 1906, S. 388): „Steppe ist eine in natürlichem Zustand waldlose, über dem Überschwemmungsniveau der Flüsse liegende, von einer Humus- und einer mehr oder weniger zusammenhängenden Pflanzendecke bekleidete, mehr oder weniger ebene, nicht versumpfte Fläche, wobei

Das ist der Gesamtcharakter der Wüste.

Welche ökologischen Faktoren, welche Lebensbedingungen bietet die Wüste der Pflanzenwelt?

Entscheidend ist in erster Linie die Trockenheit, die geringe Menge jährlicher Niederschläge, als Regen, Schnee, Tau und Nebel. Gegenden mit weniger als 25 cm jährlicher Regenmenge gehören zu den ariden Regionen.[1])

Köppen rechnet zu den Wüsten diejenigen Gebiete der Erde, die eine „Regenwahrscheinlichkeit" unter 0,2 haben, d. h. bei denen der regenreichste Monat höchstens 6 Regentage aufweist.

Mac Dougal betont als entscheidend den Überschuss der Verdunstung über den Niederschlag.

---

die mehr oder weniger dunkle Humusdecke auf einem kalkreichen Untergrunde ruht, der ausser kohlensaurem Kalk leicht lösliche Salze nicht im Überschuss enthält."

Diels (Pflanzengeographie. Sammlung Göschen, Leipzig 1908) schliesst sich Tanfilief an, definiert die Steppe als „xerophile Grasflur ohne Baumwuchs", und rechnet auch die nordamerikanische Prairie und die südamerikanischen Pampas dazu.

Das sind also wiesenähnliche Formationen auf humusreichem Boden in nicht extrem ariden Gegenden (mit 30—40 cm Regenfall), immerhin mit lockerer Vegetation.

Demgegenüber steht als allgemein eingebürgerter Begriff, in unzähligen Reisewerken und pflanzengeographischen Arbeiten gebraucht, der Begriff der Steppe als „Halbwüste", lockere, offene Vegetation arider Gegenden auf humusarmem, oft salzreichem Boden, an die Wüste anschliessend. Auch Warming (Ecology of plants, 1909, Seite 273 ff.) braucht das Wort in diesem Sinne. Er schliesst aber die Tanfilief-Diels'schen Steppen als „Gras-Steppen" mit ein, die meines Erachtens an der Grenze zwischen arider Steppe und Wiese liegen, aber wegen des Humusreichtums und des dichteren Rasens eher zu den Wiesen gehören.

Ich kann mich nicht entschliessen, mit Diels die landläufige Steppe als „Trift" zu bezeichnen; ich gebrauche das Wort Steppe also in seinem gewöhnlichen Sinne.

[1]) Als konkretes Beispiel mögen hier die Regenmengen angeführt werden, welche in Béni-Ounif (32° 15′ N. B., 804 m ü. M.) am Nordrande der algerischen Sahara in den Jahren 1905—1910 gemessen wurden; die Zahlen verdanken wir Prof. Trabut; sie stammen aus dem noch unpublizierten Bulletin des offiziellen „Service météorologique" Algeriens (siehe auch Hauri).

Regen, gemessen in Millimeter mit dem „Pluviomètre Décuplateur".

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Total
1905	0,0	0,0	0,0	**14,0**	**9,0**	2,0	**12,0**	0,0	0,0	**58,6**	**15,0**	3,5	114,1
1906	0,0	0,0	4,0	**10,0**	**18,0**	2,5	1,5	0,0	4,5	**8,0**	**39,0**	4,0	91,5
1907	0,0	**7,5**	**39,0**	0,0	**24,0**	0,2	0,0	**10,0**	**83,0**	0,0	**48,0**	2,0	**214,2**
1908	**5,0**	**5,5**	**16,0**	0,0	**5,4**	**26,0**	**11,5**	4,0	0,0	**38,0**	**6,0**	**14,0**	113,4
1909	0,0	**39,0**	**11,0**	**21,0**	1,5	0,0	0,0	**9,0**	**6,0**	0,0	**16,0**	0,0	95,5
1910	0,0	0,0	0,0	3,0	**8,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,5	0,0	**13,4**

Mittel der Niederschläge aller beobachteten Jahre 110 mm. Die fettgedruckten Zahlen zeigen die wesentlichen Regenperioden (Monate mit mehr als 5 mm Regen).

Die Nebelbildung ist in manchen Küstenwüsten eine Hauptquelle der Feuchtigkeit, so namentlich in der südwestafrikanischen Namib, von der Schinz (Deutsch-Südwestafrika 1891) sagt (nach einer in den Sanddünen 250 Meilen südlich der Walfischbay verbrachten Nacht): „Unsere Kleider waren am andern Morgen ganz durchnässt, und der lockere Sand war 4 cm tief vollkommen durchfeuchtet.“

Taubildung ist in der Sahara selten; in Laghouat wurden im vierjährigen Durchschnitt nur 38,25 Taufälle pro Jahr konstatiert; Duveyrier beobachtete auf einer 310tägigen Reise nur viermal Tau: obwohl das Thermometer 26mal unter 0° sank, blieb Reif doch aus (Leiter); Rolland allerdings konstatierte bei einer von Biskra aus in die Wüste und zurück führenden Tour vom 17. Januar bis 17. April siebenmal starken bis sehr starken Tau (Choisy, Bd. III p. 347 ff., zitiert nach Hauri). In der libyschen Wüste, in der Nähe des Niltals, ist dagegen Taubildung eine häufige Erscheinung (Volkens, Schweinfurth, etc.; schon im Altertum fiel der Taureichtum dieser Gegenden auf (Leiter).

Die regenarmen Gebiete der Erde mit einem Niederschlage unter 25 cm verdanken ihre Entstehung im grossen ganzen 4 Ursachen:

1. Es sind Passatwüsten: Die aufsteigende Luft des Aspirationsgürtels der Äquatorialregionen kühlt sich ab, kondensiert ihre Feuchtigkeit und lässt sie als befruchtenden Regen über der Tropenzone fallen. Von Nord und Süd fliesst zum Ersatz andere Luft gegen den Äquator, während die trockengewordene, aufsteigende Luft nach Nord und Süd überfliesst und ausserhalb der Wendekreise den Erdboden erreicht. Dieser absteigende, barometrische Maxima erzeugende, seiner Feuchtigkeit beraubte Luftstrom bedingt die Wüstengürtel jenseits der Wendekreise, die als breite Zonen die Erde umkreisen.

2. Es sind Regenschattenwüsten: Ein Gebirge stellt sich dem Feuchtigkeit bringenden, herrschenden Wind entgegen, fängt den Regen ab, und der trocken gewordene Wind erzeugt hinter dem Gebirge ein arides Gebiet. Darum sind im Regime östlicher Winde die Westseiten der Kontinente trockener. In Südamerika wandert die Wüste mit dem Wind von der einen Seite der Anden auf die andere, im nördlichen Teil liegt sie westlich der Anden, im südlichen Teil östlich. Darum ist auch ein rings von Gebirgen umschlossenes Gebiet (Kalahari, zentralasiatische Wüsten) trocken.

3. Es sind Küstenwüsten, durch eine kalte Meeresströmung erzeugt. Copiapó in der chilenischen Küstenwüste mit 8 mm jähr-

licher Regenmenge und die Walfischbay mit 7 mm weisen die niedersten Niederschlagszahlen aller meteorologischen Stationen der Erde auf.

4. Es sind Hochwüsten, über der sommerlichen Wolkenregion gelegen; hieher gehört die kanarische Hochwüste am Pik von Teneriffa und die tibetanischen Schneewüsten. Hier wirkt freilich auch Kälte mit: es sind Trocken- und Kältewüsten.

Am trocknen Westhang der Cordilleren — Peru und Bolivia — geht die Trockenwüste, am Meeresniveau beginnend, allmählich in die Höhenwüste, die Puna mit ihren Stipa-Horsten und ihren Polsterpflanzen über, ein Waldgürtel fehlt völlig.

Es gibt eine Reihe indirekter Beweise der Regenarmut in der Wüste.

Die Dörfer der Wüstenbewohner sind oft, so namentlich in der Sahara, aus ungebrannten Lehmziegeln hergestellt, die in einem regenreicheren Klima zu Brei aufgeweicht würden.

Auf der Insel Kischm im persischen Meerbusen existiert ein 6 km langer Berg aus reinem Steinsalz,

Fourreau konstatierte in der Sahara, dass Kameelspuren auf Lehmboden noch nach 15 Jahren vollkommen erhalten geblieben waren. In der kalifornischen Wüste waren die Wagenspuren der „Walker Filibustering Expedition“ dort, wo sie vor dem Wind geschützt waren, noch nach 50 Jahren zu sehen (Mac Dougal).

Ein weiterer indirekter Beweis der Regenarmut ist die Tiefe des Grundwasserspiegels; er steigt und fällt mit der Regenmenge. In Wüsten liegt er sehr tief: die „nappe artésienne“ der algerischen Sahara, die Wasserfläche, bis zu welcher man bohren muss, um einen artesischen Brunnen zu erhalten, liegt 14 bis 214 m tief; die Sodbrunnen der Oase Chargeh sind 30 bis 50 m tief, eine Brunnenbohrung in der westtexanischen Wüste erreichte erst bei 300 m den Wasserspiegel, und bei Archabad an der transkaspischen Bahn in der Schwarzsandwüste Karakum bohrte man 660 m tief, ohne eine Spur Wasser zu finden.

Und doch beruht auf der Möglichkeit, das Grundwasser aufzugraben und Brunnen zu schaffen, die Fähigkeit, die Wüste zu durchkreuzen. Die Karawanenstrassen sind an diese Grundwasserbrunnen gebunden.

Aber nicht allein die geringe absolute Regenmenge ist ein Charakteristikum der Wüste, sondern ebensosehr die Launenhaftigkeit, die Unsicherheit der Regenfälle, die durch lange Trockenperioden unterbrochen werden. Nach den Angaben der Eingeborenen

soll an manchen Orten der Sahara der Regen bis 11 Jahre lang ausbleiben können, doch sind solche Aussagen unsicher. Aber jedenfalls müssen sich die Wüstenpflanzen auf lange Trockenperioden einrichten, und das ist entscheidend für ihre Anpassungserscheinungen.

Launenhaft ist auch der Wüstenregen in seiner Dichtigkeit; mit Erstaunen sieht der Reisende in der Wüste die Spuren gewaltiger Wasserströme: bei Duveyrier in der algerischen Sahara hat ein Wolkenbruch eine eiserne Brücke weggerissen; in dem Wüstendorf Aïn-Sefra zeigt eine Hochwassermarke vom 28. November 1904, 1 m 80 über dem Boden, eine gewaltige Überschwemmung an. Und so rasch kommen diese Wassergüsse, dass ganze Lager davon überrascht und vernichtet werden. 1876 vernichtete am Sinai im Wadi Solof ein Wolkenbruch ein Beduinenlager mit 40 Mann und allen Herden. Der brausende Wasserstrom erfüllte das ganze Tal und wälzte grosse Felsblöcke einher; bald aber versiegte das Wasser und kein Tropfen erreichte die Küste. Die „Riviere“ der Namibwüste und Kalahari Südwestafrikas, die den grössten Teil des Jahres trocken liegen, können 16 m tiefe Strudellöcher durch ihre periodischen Wasserfluten erzeugen.

Es ist eine vielfach erörterte Streitfrage unter den Geologen, ob diese rezenten sporadischen Erosionskräfte ausreichen, die Modellierung der Oberfläche, die Täler und Wasserrinnen der Wüsten zu erklären, oder ob eine unserer Eiszeit entsprechende Pluvialperiode zu Hilfe genommen werden muss, oder ob vielleicht die Windwirkung auch hier ausreicht. Diese „Pluvialperiode“ wäre zweifellos vorgeschichtlich, diluvial. „Die häufig behauptete Zunahme der Temperatur und Minderung der Niederschläge in Nordafrika während geschichtlicher Zeit lässt sich aber nicht beweisen, eher lassen sich Spuren vom Gegenteil beobachten“ (Leiter).

Über die Bodenfeuchtigkeit, einen Hauptpunkt für das Verständnis der Wasserbilanz der Wüstenpflanzen, waren wir bisher sehr ungenügend orientiert; die neueren Forschungen amerikanischer Botaniker, insbesondere in dem Wüsten-Laboratorium von Tucson in Arizona, beginnen in diese Frage mehr Licht zu bringen. Spalding und Livingstone haben namentlich gezeigt, dass die obersten, anscheinend staubtrockenen Bodenschichten dort noch erhebliche verfügbare Wassermengen enthalten. In Tucson war nach einer langen Trockenperiode (Mai bis Juli 1905) bei einer mittleren Luftfeuchtigkeit von 8—15 %, bei Temperaturen von 26—40 ° C. und ständigem starkem Wind der Boden staubtrocken. Bodenproben bei 3 cm Tiefe enthielten ca. 2 % H_2O, in 10—12 cm Tiefe 5—10 %, in 15 cm

Tiefe 13 %, in 35 cm Tiefe 15 %.[1] Aus Topfkulturen mit Wüstenpflanzen schliesst Livingstone, „dass selbst in der trockensten Jahreszeit der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in 30—40 cm wahrscheinlich hoch genug ist, um Wüstenpflanzen wie *Fouquiera splendens* Engelm., *Euphorbia capitellata* Engelm., *Tribulus brachystilis* und vielleicht sogar *Allionia incarnata* L. und *Boerhaavia spec.* genügend mit Wasser zu versehen. Livingstone schreibt diesen relativ hohen Wassergehalt schon in geringer Tiefe der schützenden Wirkung der durch die starke Evaporation rasch nach jedem Regen sich bildenden lufttrockenen Oberflächenschicht zu.

Mac Dougal beobachtet auf Gips-Sanden in New Mexiko eine von der Sonne staubtrocken gemachte schneeweisse Oberflächenschicht von einigen Zoll Mächtigkeit; darunter liegt auch in der heissesten Saison eine kühle, feuchte Schicht.

Auch in der Sandwüste, in den Dünen von Aïn Sefra, fanden wir bei unserem Besuch schon in wenigen Zentimeter Tiefe einen durchfeuchteten Boden.[2])

Die oberste luftgemischte Sandschicht gibt also für die Bodenfeuchtigkeit einen guten Schutz ab. Das wissen u. a. auch die Bewohner der trockenen ostkanarischen Insel, welche ihre Felder zum Schutz gegen das Austrocknen mit einer Schicht von feinen Lapilli bedecken; auch die amerikanische Methode des „Dry-land farming" beruht auf diesem Prinzip. Das von den tiefern Sandschichten festgehaltene Wasser kann so reichlich vorhanden sein, dass man es als Trinkwasser heraufsaugen kann. Die Buschmänner in der östlichen Kalahari pflegen sich ihr Trinkwasser auf folgende Weise zu verschaffen: sie stecken einen Strohhalm in den Sand, den sie unten mit Gras umwickelt haben, um ihn vor Verstopfung durch Sand zu schützen, und saugen nun Wasser herauf; im andern Mundwinkel halten sie einen zweiten Halm, durch den sie das aufgesaugte Wasser in ein Straussenei rinnen lassen; so können sie in einer Stunde einen Liter aufsaugen.

Die Wasserführung der Spalten der Felswüste, in welche die Wurzeln der Pflanzen eindringen, ist nicht näher untersucht; nach den Resultaten von Max Öttli[3]) über die Feuchtigkeitsvorräte in

[1]) Diese Gehaltsprozente sind berechnet auf das „nasse Volumen" des Bodens, d. h. auf das Volumen, welches die untersuchte Bodenprobe beim Absetzen in Wasser einnimmt. Diese Prozente sind um 17,6 % kleiner als diejenigen bei Berechnung auf das Trockengewicht.

[2]) Das spiegelte sich auch in den Temperaturen wider: am 5. April zeigte in den Dünen von Aïn Sefra bei einer Lufttemperatur von 14° im Schatten die Oberflächenschicht des Sandes in der Sonne 35°, dagegen 10 cm tief nur noch 15°.

[3]) Siehe Max Öttli, Beiträge zur Oekologie der Felsflora. — Jahrbuch der St. Gallischen naturw. Gesellschaft für 1903. — St. Gallen 1904.

den Felsen alpiner Sonnenhänge auf Kalk wäre es nicht zu verwundern, wenn auch der Wüstenfels in seinen Spalten sich als feuchtigkeitsführend erwiese.

Die Luftfeuchtigkeit ist sehr gering. Leiter stellt für Stationen am Nordrand der Sahara folgende Zahlen zusammen: Mittlere Luftfeuchtigkeit: Biskra 48 %, Laghouat 51,3 %, Ghardaia 34 %, El Golea 37 %: Minima 32,6 %, 34,7 %, 19,8 %, 14 %; Massart fand zwischen Tougourt und Ouargla 32° 30 N. B. am 18. Mai 1898: morgens 5^h 18 % relative Luftfeuchtigkeit, 10^h 30 7 %, 1^h 30 4 %, 2^h 45 3 %, 4^h 10 3 %, 6^h 6 %; am 23. Mai mittags sogar nur 2 %. Schirmer (Le Sahara, p. 64) spricht sogar von einer relativen Luftfeuchtigkeit = 0! „Die Lippen springen auf, die Nägel zerbrechen wie Glas, die Tinte trocknet an der Feder, Spiegel zerspringen unter dem Druck ihrer Rahmen". Coville fand im „Death Valley" in Süd-Kalifornien eine mittlere Luftfeuchtigkeit von 15,6 % (von Januar bis Juni), und ein Minimum von 5 % im August.

Die Temperaturverhältnisse sind durch ihre extreme Natur ausgezeichnet: das Wüstenklima ist ein excessives. Die absoluten Maxima der Lufttemperatur im Schatten steigen in der Sahara bis 51,4° C. (in Hassi-Inifel 29° 44′ N. B. in 305 m ü. M.), die Minima sinken auf — 7,5 in 330 m ü. M. Mac Dougal gibt von amerikanischen Wüsten Maxima von 53,3° an. Tags über erwärmt sich an der Sonne der Boden bis zu 50, 60, ja 70° C., und nachts, bei der starken Ausstrahlung, kühlt er sich so stark ab, dass die Gesteine mit lautem Knall springen; diese Frostschüsse sind schon oft mit Flintenschüssen verwechselt worden. Die tägliche Temperaturschwankung der Luft im Schatten kann 30° erreichen, nach Nohlde in Innerarabien sogar 35°; die Schwankungen der Bodentemperatur erreichen sicherlich nahezu das Doppelte.

Die Erwärmung ist oft so stark, dass die aufsteigende Glühhitze den fallenden Regen auflöst. Wohl sieht man aus einer Wolke die Regenmassen herniederhängen und hofft nass zu werden, aber mehrere hundert Meter über dem Boden löst sich der Regen in dem Heissluftbad wieder auf und kein Tropfen gelangt zur Erde. Das sind die regnenden Wolken, die nicht nass machen (Walther).

Die Sonnenstrahlung ist zwar durch die staubreiche Atmosphäre geschwächt, aber ihre lange Dauer bei der geringen Bewölkung ersetzt das Manko.

Die Wüste ist ein Sturmgebiet; in der Sahara fand Foureau jeden vierten Tag als Sturmtag und nur 6 % Kalmen. Der Wüstensturm schleift mit seinem Sandgebläse die Kiesel, höhlt Felswände

aus, arbeitet alles leichter erodierbare Material heraus, bedroht die Pflanzen mit Schleifwirkung und Entwurzelung[1]) und trägt den feinen Staub aus der Wüste, um ihn in der Steppe zu mächtigen Lösslagern anzuhäufen. So wird die Wüste zum Ausblasegebiet, die staubfangende Steppe zum Anhäufungsgebiet.

Die klimatischen Faktoren, die trockene, stark bewegte Luft und die hohe Temperatur wirken zusammen, um die Verdunstungskraft zu einer enorm hohen zu gestalten. Und das ist für die Pflanzenwelt und ihre Wasserbilanz entscheidend: wenig Zufuhr und enorm starke Entziehung von Wasser, darauf hat sie sich einzurichten. In Béni-Ounif am Nordrand der algerischen Sahara betrug nach den uns von Professor Trabut freundlichst mitgeteilten Tabellen des meteorologischen Dienstes die Regenmenge im Jahre 1906 nur 91,6 mm, der Verdunstungsmesser zeigte eine verdunstete Wasserschicht von 4637,7 mm; es war also die Verdunstung *50,6*mal stärker als der Regenfall! Amerikanische Meteorologen haben konstatiert, dass in den dortigen Wüsten die jährliche Verdunstung von einer freien Wasserfläche 7- bis 35mal grösser ist als der Betrag des Regenfalles im Jahresmittel; im Jahre 1899 betrug in Fort Yuma in Arizona die Verdunstung sogar 166mal mehr als der Regenfall (Mac Dougal). Aus dem Aralsee verdunstet alljährlich eine Wasserschicht von 1,150 m Mächtigkeit, aus dem Süsswasser des Amadarja sogar 1,278 m. Im Balkaschsee werden jährlich 1300 Mill. Kubikmeter mehr verdunstet als zugeführt, so dass der Spiegel in 15 Jahren um 1 Meter sinkt.

Die Bodenbeschaffenheit der Wüste geht an Mannigfaltigkeit weit über das landläufige Bild der Wüste als einer ungeheuern ebenen Sandfläche hinaus. Auch die Wüste hat Berg und Tal, und die Natur des Bodens ist sehr verschieden. Bald wandert der Wüstenreisende über ausgedehnte Felsplateaux, mit eckigen Trümmern bedeckt (die Hammada oder Felswüste), bald strauchelt er über zahllose rundliche, windgeschliffene Kiesel (Kieswüste, Reg od. Serir), bald durchschreitet er ausgedehnte, salzgeschwängerte Tonflächen, den Boden ausgetrockneter Salzseen (die Takyrs der Turkmenen, die Sebkas der Sahara), bald sieht er sich in einem Meer von schwer zu durchwandernden kahlen Sanddünen gefangen (Erg

[1]) Futterer (Hettners geogr. Zeitschrift 1902 S. 251) berichtet über Staubstürme in Südrussland: „Der trockene intensive Ostwind reisst den Boden auf und wirbelt Massen von Sand und Staub auf. Der Wind heult und braust und stürzt in seiner unglaublichen Heftigkeit alles um, was sich ihm entgegenstellt. Die Saaten werden an der Wurzel wie mit der Sichel abgeschnitten, oder es werden selbst die Wurzeln mit herausgerissen. Bis 18 cm tief wird die Erde weggefegt!"

der Sahara, Pluralis Areg, die Barchanen der Turkmenen und Medanos der Peruaner), oder es knirscht unter den Tritten seines Kameeles das ausgeblühte Salz.

Die allgemeinste Eigenschaft des Bodens ist Humusarmut und Salzreichtum.

Dieses Salz der ariden Regionen ist nicht Meersalz: es rührt nicht von einem ausgetrockneten Meeresboden her, sondern es ist Folge der Abflusslosigkeit der Wüste. Das ist eine Grundeigenschaft derselben: ihre Quellen bilden keine Bäche, ihre Flüsse versiegen im Sand, ihre abflusslosen Seen verändern ihren Spiegel stark und trocknen oft aus, und ihre Verwitterungsprodukte, eben das Salz, werden nicht zum Ozean abgeführt, sondern bleiben im Boden, steigen kapillar in die Höhe und blühen aus.

Die „Caliche“ oder Kalkkruste, welche in der Wüste von Arizona ca. 1—2 Fuss unter der Oberfläche sich findet, entsteht nach der Ansicht der amerikanischen Forscher dadurch, dass in dieser Tiefe die kapillar aufsteigende Kalklösung durch die Verdunstung nach oben ihr Lösungsmittel im selben Masse verliert, als es von unten nachgeliefert wird. Auch in der Sahara findet sich eine solche verkrustete Schicht, aber meist an der Oberfläche.

Die Salze sind hauptsächlich Natronsalze, Kochsalz, Soda und Glaubersalz, daneben aber auch wichtige Pflanzennährstoffe, Kalisalze, Nitrate und Phosphate. So kommt es, dass die Böden arider Regionen bei Bewässerung eine reiche und nachhaltige Fruchtbarkeit zeigen. Hilgard, der bekannte Agrikulturchemiker, hat schon 1893 mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass die alten Kulturzentren auffallenderweise sich gerade in ariden Gegenden finden, wo die Bewässerung eine Grundlage der Existenz bildet, so in Indien, Persien, Syrien, Mesopotamien, Ägypten, Nordafrika, Südspanien, auch in Mexiko und Arizona, sowie in Südamerika, wo die Zivilisation der Incas auf dem ariden Westhang der Cordilleren, nicht in dem reichen Waldland des Amazonas sich entwickelte. So spielen die ariden Regionen in der Kulturgeschichte der Menschheit eine bedeutsame Rolle.

Die Wüste ist an keine bestimmte geologische Unterlage und an keine Meereshöhe gebunden: das Klima ist entscheidend. Da nur der Staub aus ihr weggeführt wird, alles andere liegen bleibt, so ist sie, infolge ihrer Abflusslosigkeit und ihrer Armut an Lebewesen die Bildungsstätte mächtiger fossilarmer Trümmergesteine. Bedeutende Schichtenkomplexe unserer Erdrinde hat man als Wüstenbildungen der Vorzeit erkannt.

Anthropogeographisch ist die Wüste ein unfruchtbares verkehrsfeindliches Siedelungshindernis mit lokalen durch Bewässerung

geschaffenen Siedelungsmöglichkeiten; die Steppe dagegen mit magerem aber diffus verteiltem Futter ist die Stätte nomadisierenden Herdenbetriebes.

Welches ist endlich der Charakter der Wüstenflora?

Die Wüste ist vegetationsfeindlich durch spärliche Wassergabe einerseits, gewaltigen Wasserentzug anderseits infolge der starken Verdunstungskraft des Wüstenklimas. Vegetationsfeindlich ist auch der Boden durch Verkrustung, durch Humusmangel, Beweglichkeit oder Salzreichtum und die Luft durch ihre mechanische Wirkung im Sandgebläse.

Trotzdem sind absolute Wüsten, jeden Lebens bar, seltene Erscheinungen. Es sind entweder Salzwüsten oder Sandwüsten. Die grösste absolute Wüste ist wohl die berüchtigte persische Salzwüste, auf der Buhse auf einer Fläche von 6325 km², also ungefähr von der Grösse des Kantons Bern, keine Spur eines lebenden Wesens traf. Auch im Innern Australiens gibt es ausgedehnte, ganz vegetationslose Salzpfannen.

Ebenso trostlos und todesstarr zeigte sich der aus einem ungeheuern Sandmeer bestehende Teil der Wüste Akkla Makran im Tarimbecken, den Sven Hedin in 11 Tagereisen auf seiner todesmutigen Expedition durchquerte, ohne eine Spur von Wasser und Leben zu finden. Auch in der Sahara und der Wüste Gobi sind vorzugsweise die ausgedehnten Regionen der Flugsanddünen als absolute Wüsten zu bezeichnen.

Der Wüstencharakter ist entweder dauernd, oder er ist periodisch, und durch eine lebenspendende feuchtere Zeit unterbrochen. Eine solche Saisonwüste ist z. B. der regenlose Küstenstrich im nördlichen Chile und in Peru; dort liegt nach Tschudi im regenlosen Sommer eine 540 Stunden lange und 620 Stunden breite Küstenstrecke vollkommen kahl; im Winter (Mai bis September) stellen sich dichte, nässende Nebel ein, und wie mit Zauberkraft entsteht ein blühender Garten, ein üppiger Grasteppich, übersät mit buntblühendem Leben, wo vorher Tod und Zerstörung geherrscht.

In schwächerem Grade „überhaucht auf den meisten Wüsten ein vorübergehendes Grün das starre Totenantlitz der Eremaea zur Regenzeit mit einem sonnigen Lächeln". Im Boden schlummern tausend lebensfähige Keime, Samen, Zwiebeln, Knollen, kriechende Wurzelstöcke; ein Regenschauer weckt das latente Leben und gleichsam über Nacht schmückt sich der Boden mit Grün und Blumen, so dass im Höhepunkt dieses Regenfrühlings die Wüste den Vergleich mit einer blütenübersäten Alpenmatte nicht zu scheuen braucht. Wir haben leider auf unserer Exkursion diesen Zauber des blumenreichen

Wüstenfrühlings nur in beschränktem Masse genossen; viel günstiger traf es die Exkursion der Société bot. de France im Jahre 1906.

Prof. Heim schreibt mir darüber:

Süd-Oranais Moghrar—Béni-Ounif—Colomb-Béchar), Mitte April 1906.

Eben war einer ungewöhnlich ergiebigen, 14tägigen Regenzeit der warme Frühling nachgefolgt und hatte in einigen Tagen eine erstaunliche Blütenpracht auf dem Steppen- und Wüstenboden hervorgezaubert. Auf Sand standen stets nur vereinzelte Grasbüschel, keine Blumen; aus den Gesteinstrümmerflächen, Geröllflächen, Felsflächen und aus allen den Ritzen in der harten Wüstenrinde oder Wüstenbreccie dagegen waren die farbenglänzendsten Blumen in erstaunlicher Mannigfaltigkeit hervorgebrochen. Die meisten Blumen standen da nicht rasenförmig, sondern vereinzelt, eine kleine Blume auf 1 bis 10 m^2 Fläche. Bald war es eine zarte, kleine, violette Lilie, bald ein kleines dorniges Papilionaceensträuchlein mit gelben und feuerroten Blumen, bald eine andere Art von karminrot in leuchtend blauer Umhüllung; seltener waren rein weisse Blumen. Grüne Blätter fehlten meistens; der Blumenstiel stand direkt im kahlen Boden. Und wenn bei ausdauernden Pflanzen ein kleines, kurzes Laubwerk vorhanden war, so war es nicht grün, sondern weisslichgrau, wollig oder stachelig. Die Kamelherden hatten nichts zu weiden als Blumen in leuchtendsten Farben. Schaute man von hoch oben, so sah man zunächst vor sich die Felsfarbe, dann mit zunehmender Entfernung, d. h. mit flacherer Blickrichtung, über dem Boden einen zunehmenden Einschlag der Blumenfarben, bis in der Entfernung die ganze Wüstenebene nun in der Farbe der Blumen als bunter Teppich erschien, strichweise violett, strichweise rot, gelb, blau und bunt gefleckt. Das einzige Grün — abgesehen von einigen dunkeln Pistazienbäumen und den Palmen der fernen Oasen, waren die Polster der Anabasis, die schwarmweise sich festgesetzt hatten — ein Polster auf 10 bis 40 m^2 Fläche. Jetzt waren sie von leuchtender Grünspanfarbe, die sich besonders vom roten Steingrunde glanzvoll abhob und in der Perspektive eine unbeschreiblich merkwürdige Farbenwirkung ergab, erinnernd an einen Schillerseidenstoff aus gelbrotem Zettel mit hellblau-grünem Eintrag. Sowohl die perennierenden wie die einjährigen Blumen waren alle schwarmweise, strichweise verteilt, als hätte ein ungeheurer Riese die Samen unregelmässig ausgeworfen. Der Wind mag oft dieser grosse Säemann gewesen sein.

Immer und immer wieder mussten wir den Vergleich dieser Blütenpracht mit derjenigen gewisser hoher Steinböden der Alpen ziehen. Der durchgreifendste Unterschied im landschaftlichen Farbenbilde war das Zurücktreten der grünen Blätter in der Steppe und Wüste, während solche ja den meisten auch einzeln auf dem Fels wachsenden Alpenpflanzen nicht fehlen. Die Farbenpracht konnte sich aber wohl messen mit dem schönsten alpinen Blütenteppich, den ich je gesehen habe — immerhin ist der Blütenteppich der Wüste und Steppe lückiger und lockerer; er wird erst zusammenhängend bei flacher Aufsicht.

Wir hatten offenbar die besten Tage getroffen. Noch ein oder zwei Wochen Sonne und Südwind, dann ist die ganze Pracht schon wieder für ein Jahr verschwunden."

Die Pflanzenarmut kann aber nicht nur zeitlich, sondern auch lokal gemildert sein. Zum Charakter der Wüste gehört die Oase, die kulturfähige Vegetationsinsel an ständig fliessender Wasserquelle, sei es eine natürliche Quelle oder Wasserader, sei es hochstehendes Grund-

wasser, sei es artesisch erbohrtes tieferes Grundwasser. Nichts zeigt schlagender die entscheidende Bedeutung des Wassers für die Pflanzenwelt, als diese mitten aus dürrstem Sand auftauchenden grünen Flecken. Abgeschwächte Oasenformen ohne Kulturfähigkeit sind kleine Depressionen mit leichter erreichbarem Grundwasser, die Dayas der Sahara, die Scholis der Turkmenen, die Schala Zentralasiens.

Das sind die Standorte der Wüstenbäume, die mit tiefreichenden Wurzeln die verborgenen Lebensquellen des Grundwassers aufsuchen. Hier wachsen der Saxaul (*Haloxylon Ammodendron*), die Tamarisken (*Tamarix spec.*) und die Euphratpappel (*Populus euphratica*) der asiatischen Wüste, die Graslilienbäume Amerikas (*Yucca*), der „Betoum“ (*Pistacia Terebinthus* L. var. *atlantica*), die Dattelpalme, die Akazien und baumartigen Aloën Afrikas.

Die Wüstenflora ist sehr arm an Arten (die ganze Sahara mit ihren 160 000 Quadratmeilen beherbergt kaum 500 Arten, nach Massart 1000), aber von stark ausgeprägter Eigenart; sie besitzt viele Endemismen und eine Anzahl vorsündflutlicher Gestalten von stärkster lokaler oder systematischer Isolierung, oder beides vereinigend [1]).

In der Geschichte der Pflanzenwelt spielt die Wüste eine wichtige Rolle, einmal als Bildungsherd neuer Gestalten, anderseits als Wanderungshindernis und Grenzscheide für ganze Floren: Die Sahara scheidet Afrika von Europa, die Wüsten Zentralaustraliens trennen die grundverschiedenen Floren Ost- und Westaustraliens; die amerikanischen Wüsten haben der reichen kalifornischen Flora die Wanderung nach Osten verwehrt.

Das höchste Interesse aber bietet die Wüstenvegetation als eine Kampfesflora durch ihre Anpassung an ungünstige Lebensbedingungen.

Gegenüber der Trockenheit befolgen die Wüstenpflanzen eine ganz verschiedene Taktik: die einen weichen ihr aus, die andern suchen sie zu ertragen. Die erstern bilden den Typus der Regenflora, die andern die der Bodenwasserflora. Die Regenflora vegetiert überhaupt nur während der vorübergehenden Anfeuchtung durch Regen oder Tau, und verbringt die Trockenperioden in latentem Zustand in Trockenstarre, oder als Samen oder unterirdische Speicherorgane.

[1]) Ich nenne die *Tumboa Bainesii* (= *Welwitschia mirabilis*), die Narapflanze (*Acanthosicyos horrida*), die *Adenia Pechuëlii* (Engl.) Harms Südwestafrikas, die *Anabasis aretioides* der nördl. Sahara, den Kreosotbusch (*Larrea mexicana*, die eigentlichste aller Wüstenpflanzen nach Ascherson), von Colorado, Texas und Mexiko.

Die Bodenwasserflora dagegen vegetiert ständig, baut dauernde, tätige Triebe in die trockene Wüstenluft hinaus und schützt dieselben auf die mannigfachste Weise.

Die Regenflora arbeitet ihrerseits wieder nach grundverschiedener Methode. Manche Bestandteile derselben, insbesondere Flechten und Moose, besitzen eine beinahe unbegrenzte Austrocknungsfähigkeit: sie können wochen-, monatelang der stärksten Austrocknung ausgesetzt werden, selbst im Exsiccator, so dass sie sich wie Pulver zerreiben lassen, aber sobald ein Regen sie befeuchtet, erwachen sie zu neuem Leben. Wir können sie als Trockenstarre bezeichnen.

Hieher gehört die Mannaflechte (*Lecanora esculenta*), manche Cyanophyceen, dann unter den Farnkräutern die *Selaginella lepidophylla* und *rupestris* von Nord-Amerika, welche monatelang in eingerolltem Zustand in Trockenstarre verharren können.[1])

Andere sind ephemer, rasch vorübergehende, kleine, einmal fruchtende Kräuter; sie keimen beim Einfallen des Regens, entwickeln mit erstaunlicher Raschheit Blätter, Blüten und Früchte, und überdauern die Trockenperioden als resistente, wohlgeschützte Samen, die im Boden ruhen, bis ein neuer Regen sie weckt. Da sie nur während der Periode mit ausreichender Wasserversorgung vegetieren, zeigen ihre Blätter keinerlei Schutzeinrichtungen gegen Trockenheit: sie sind saftig, unbehaart, die Wurzeln oberflächlich; der ganze Schutz gegen Trockenheit konzentriert sich im Samen. Manche freilich dieser Sommerpflanzen dauern etwas länger aus, in die Trockenzeit hinein, und schützen sich dann auch gegen die Trockenheit.

Manche Ephemere sorgen auf eigenartige Weise für die richtige Ausstreuung der Samen: ihre Früchte sind bei Trockenheit fest geschlossen, und öffnen sich, im Gegensatz zu den meisten andern Früchten, bei Befeuchtung; man könnte sie Feuchtstreuer nennen. Dann werden die Samen durch den Regen herausgespült und gelangen so gleich in feuchte Erde, wo sie sofort keimen können. Hieher gehören die echte und die falsche Jerichorose, und die Mittagblumen (*Anastatica hierochuntica*, *Asteriscus pygmaeus* und *Mesembrianthemum*-Arten).

Der dritte Bestandteil der Regenflora sind die Speicherpflanzen, ausdauernde Pflanzen, welche zur Trockenzeit in Form von Knollen oder Zwiebeln oder Erdstöcken unter oder über der Erde überdauern und zur Regenzeit vergängliche, beblätterte Sprossen treiben, welche ihre Assimilationsprodukte in den Speicher ablagern, wo sie die Knospen der nächsten Regenzeit speisen. Tulpen, Lilien, Kaiser-

[1]) Siehe u. a. Bray, William L., Vegetation of the Sotol Country in Texas. Bull. Nn. 60, scient. series Nn. 6, Univ. of Texas 1905 (*Sotol* ist *Dasylirion texanum*).

kronen, Meerzwiebeln, Aphodillarten, Amaryllis und andere schönblühende Monocotyledonen gehören zu dieser Kategorie, auch die Elephantenfusspflanze (*Testudinaria elephantipes*) Südafrikas mit ihrer korkgepanzerten oberirdischen Wasserspeicherknolle, und die ähnlich sich verhaltenden *Iberrillea* und *Tumamoca* nordamerikanischer Wüsten.

All' diesen vorübergehenden Kindern des Regenfrühlings der Wüste, diesen Feiglingen, welche vor der Trockenheit die Waffen strecken, stehen die mannhaft der Dürre trotzenden Gewächse gegenüber, welche dauernd arbeitende Triebe der verdunstungskräftigen Wüstenluft aussetzen.

In unendlicher Mannigfaltigkeit stufen sich die Einrichtungen für Trockenheitsschutz unter diesen Xerophyten der Wüsten und Steppen ab. Zwei entgegengesetzte Tatsachen treten uns hier entgegen: einerseits die Divergenz der Anpassungen, das Überwinden der einheitlichen Aussenfaktoren durch die spezifischen Anlagen, und anderseits in andern Pflanzengruppen die Konvergenz, das Ähnlichwerden durch analoge Anpassung.

Nach ihrem Nutzen können wir die Anpassungen der Wüsten-Xerophyten in vier Kategorien bringen: die einen bedingen eine möglichst intensive Aufnahme des spärlich zugeführten Wassers, andere sorgen für Speicherung des aufgenommenen Wassers, wieder andere suchen die Verdunstung herabzusetzen, und endlich finden wir Einrichtungen zur Vermeidung mechanischer Schädigungen durch das Austrocknen.

1. Die möglichst intensive Ausnutzung der spärlichen Wasserzufuhr betrifft entweder das Bodenwasser oder das Himmelswasser. Tiefreichende Wurzelentwicklung lässt manche Arten bis zum Grundwasserspiegel hinabdringen. Yucca bildet 15 Meter lange Wurzeln, ebenso *Prosopis juliflora* nach Coville; beim Ausheben des Suezkanals fand man 30 Meter tief hinabsteigende Wurzeln von Tamarisken. Doch ist das nur bei lockerem Boden möglich; in Felswüsten kommt es nicht in Frage.

Das oberflächliche Bodenwasser, das namentlich im Sande schon in ganz geringer Tiefe sich findet, wird durch horizontal weit streichende Wurzeln ausgenützt. So bei *Opuntia echinocarpa*, bei der Coville bei einem 48 cm hohen Exemplar 2 m 70 cm weit streichende Wurzeln fand, und bei *Aristida pungens*, dem „Drin“ (vide Tafel XVII), dem typischen Gras der Sandwüsten, wo die Wurzeln sogar 20 Meter weit streichen.

Neuerdings hat Hans Fitting in einer sehr bemerkenswerten Arbeit, die zu den vielversprechenden Anfängen des Eindringens exakter physiologischer Methoden in die Pflanzengeographie gehört,

gezeigt, dass viele Wüstenpflanzen ein bisher wenig beachtetes Mittel der Wasserversorgung aus wasserarmem Boden besitzen, nämlich sehr hohe Saugkräfte ihrer Blattzellen, hervorgerufen durch die Anhäufung osmotisch wirksamer Stoffe. Diese Wasseranziehung, gemessen am osmotischen Druck durch Plasmolyse, kann sehr bedeutende, ganz erstaunliche Werte erreichen; sie entspricht im Maximum (z. B. bei dem bis 1 m 50 cm hohen Strauch *Rhus oxyacantha* Cav.) einem Druck von 100 Atmosphären und darüber, also einer Quecksilbersäule von 76 m Höhe! Mit so ungeheuren Saugkräften ausgestattet, können die Pflanzen dem trockenen Boden auch die letzte verfügbare Wassermenge entreissen.[1]) So wird es verständlich, dass Pflanzen mit zahlreichen, gar nicht xerophytisch gebauten Blättern, wie *Peganum Harmala* L., *Rhus oxyacantha* Cav., *Capparis spinosa* L. und *Zizyphus Lotus* L. doch der Trockenheit widerstehen können. Die höchsten Drucke entwickeln die Pflanzen der trockensten Standorte der Felswüste und die Halophyten mit ihrer Salzspeicherung; ähnlich verhalten sich die Bewohner der Kies- und Lehmwüste; viel geringeren osmotischen Druck zeigen aber die Pflanzen der Sandwüste, wohl im Zusammenhang mit der grössern Feuchtigkeit des Bodens und der geringeren Adsorptionsfähigkeit des Sandes. Die kleinsten Drucke fanden sich bei manchen Annuellen (so besonders *Anagallis coerulea* Lam.) und dann bei Pflanzen mit Wasserspeicherungsvermögen: der Coloquinte (*Citrullus Colocynthus* Sch.), die in ihrem ausgebreiteten Wurzelsystem Wasser speichert, bei *Erodium guttatum* L'Hér. mit knollenförmigen Wurzeln und bei der aus Amerika eingeführten *Opuntia*, die durch wasserspeichernde Stengelglieder und Transpirationsschutz sich auszeichnet. Die Cactaceen scheinen überhaupt, auch nach den Untersuchungen amerikanischer Forscher, mit sehr geringen Saugkräften auszukommen, während die salzliebenden Sukkulenten im Gegenteil durch sehr hohen osmotischen Druck ausgezeichnet sind.[2])

Von grösstem Interesse ist die Tatsache, dass die Wüstenpflanzen ihren osmotischen Druck nach dem Standort zu regulieren imstande

[1]) Leider fehlt es bis jetzt an einwandfreien Untersuchungen über die dieser Saugwirkung entgegenstehende Kraft, mit welcher das Wasser im Boden festgehalten wird. Livingstone fand durch Versuche mit Osmometern mit Rohrzuckerlösung, dass eine 20% H_2O enthaltende Bodenprobe das Wasser mit einer Kraft von 54 Atmosphären festhielt. Doch gibt L. selbst zu, dass sein Osmometer jedenfalls nicht denselben Kontakt mit den Bodenpartikelchen haben konnte als die Wurzelhaare.

[2]) Nach Mac Dougal (The Water-balance of Desert Plants; Annals of Botany Vol. 26, 1912 p. 71) fand man bei *Echinocactus Wislizeni* 3—5 Atmosphären, *Carnegia gigantea* 6—8, *Opuntia* 10—12, *Agave* etwas mehr; beim Austrocknen wächst der Druck beträchtlich.

sind, indem dieselbe Pflanze auf feuchteren Standorten einen viel geringeren Druck zeigt als auf trockenen! in der Tat eine wunderbare Anpassungsfähigkeit!

Die Untersuchungen Fittings haben auch mit Bezug auf die Speicherung und Ausscheidung von Salzen manch Neues ergeben. Die hohen osmotischen Drucke werden teils durch Kochsalzspeicherung erreicht, teils aber auch (z. B. bei *Rhus oxyacantha* Cav.) ohne solche. Auf salzreichem Boden speichern manche Pflanzen gar kein Salz, andere wenig, wieder andere sehr viel, so dass die Befähigung der Salzspeicherung spezifisch verschieden ist, das Salz also von jeder Art nur bis zu einer gewissen Maximal-Konzentration aufgenommen wird. Die salzspeichernden Arten vermögen das Salz auch einem trockenen, salzarmen Wüstenboden in grosser Menge zu entreissen, so *Traganum nudatum* Del., *Limoniastrum Guyonianum* Coss. et Dur., *Reaumuria vermiculata* L., *Anabasis articulata* Moquin u. a., während andere wie *Limoniastrum Féei* Batt. nur wenig Kochsalz aufnehmen; auch die Dattelpalme bleibt auf salzreichem Boden ganz salzfrei! Wenn aber, wie es darnach zweifellos der Fall ist, die Salzaufnahme von dem Transpirationsstrom unabhängig ist, so kann, wie Fitting betont, die Schimpersche Ansicht nicht richtig sein, wonach die xerophytischen Anpassungen der Halophyten dieselben gegen eine zu starke Salzanhäufung schützen sollen.

Die salzaufnehmenden Wüstenpflanzen zeigen oft eine reichliche Salzausscheidung aus Hydathoden, welche die Blätter mit weisser Kruste überdeckt.[1] Die Auffassung, wonach das eine schützende Entfernung des gefährlichen Salzüberschusses bedeute, verliert nach dem Obigen sehr an Wahrscheinlichkeit. Aber auch die andere Deutung dieses Salzüberzugs, als wasserkondensierendes und dasselbe der Pflanze zuführendes xerophytisches Mittel, ist nach Fitting kaum haltbar.

Wohl aber wurde von andern Wüstenpflanzen (z. B. *Diplotaxis Harra* Boiss.) eine direkte Aufnahme des atmosphärischen Wassers durch die Blätter von Volkens nachgewiesen durch Haare, welche durch dünnwandige, plasmareiche Zellen das die Blätter benetzende Wasser aufsaugen.

2. Speicherung des Wassers fanden wir schon in den unterirdischen oder oberirdischen Organen mancher Regenpflanzen der Wüstensteppe. Aber hier sind es ruhende Organe, welche speichern.

[1] Bei *Limoniastrum Féei* Batt., das wir bei Beni-Ounif fanden, besteht der dicke weisse Überzug der Blätter nach Hartwich vorwiegend aus $CaCO_3$; $MgCl_2$ und NaCl sind nur in Spuren vorhanden. Dieser Überzug kann also kaum hygroskopisch wirken.

Bei der Grundwasserflora dagegen speichert die Pflanze das aufgenommene Wasser in tätigen grünen Organen.

Solche Wasserspeicher sind entweder einzelne Zellen, welche durch Schleimbildung das Wasser zurückhalten.

Oder es sind ganze Gewebekomplexe. förmliche Wassergewebe in Stengel und Blatt.

Oder aber die ganze Pflanze nimmt einen saftigen Charakter an, sie wird sukkulent, eine Saftpflanze.

Wir unterscheiden dabei Blattsukkulente: die Aloe, die Mittagsblumen (*Mesembryanthemum*), die Crassulaceen der afrikanischen Steppen und Wüsten, die Agaven der amerikanischen ariden Regionen.

Und Stammsukkulenten, mit reduzierter oder ganz fehlender, durch Dornen ersetzter Blattbildung am fleischigen, oft kugeligen Stamm: die Cactaceen Amerikas, die Stapelien, Boucerosien und Wolfsmilcharten (*Euphorbia*) Afrikas.

Das sind die typischen Xerophyten, bei denen der ganze Bau unter der Herrschaft dieses Prinzipes steht und wo die Anpassung mächtiger wird als die spezifische Anlage: Pflanzen der verschiedensten Verwandtschaft werden durch Sukkulenz einander täuschend ähnlich, ein klassisches Beispiel der Konvergenz.

Sie zeigen eine förmliche Häufung von Schutzeinrichtungen gegen Trockenheit. Reduktion der verdunstenden Oberflächen, starke Cuticula, eingesenkte Spaltöffnungen, reiches Wassergewebe (bei Echinocactus bis 96 % H_2O [1]) enthaltend) und schleimige Säfte.

Die Erwärmung, welche diese wenig verdunstenden Gewächse erleiden, ist oft sehr bedeutend. So mass Stahl beim Riesenkaktus Mexikos Temperaturen im Innern der Pflanzen bis zu 60° C.! Er fasst die oft ausgebildeten Leisten, Ranken und Zapfen als Mittel zur Abschwächung dieser Erwärmung auf [2]); manche sind in blendend weissen Filz gekleidet.

Wir müssen nach den Ausführungen Fittings (siehe oben) offenbar zwei oekologisch ganz verschiedene Gruppen von Sukkulenten unterscheiden: solche mit starkem äusserem Transpirationsschutz und schwacher Saugkraft der Zellen der oberirdischen Organe [3]) und solche

[1]) Solche vegetabilischen Wasserfässer werden in den mexikanischen Wüsten von den Pueblo-Indianern zur Gewinnung von Trinkwasser benutzt: sie schlagen den beinahe mannshohen, unförmlichen Stengeln den Kopf ab und pressen dann das Innengewebe aus, das ein reichliches Trinkwasser liefert.

[2]) Goebel sucht dagegen ihre Bedeutung in einer Vergrösserung der assimilierenden Fläche.

[3]) Die starke Konzentration des Zellsaftes bedingt aber gleichzeitig eine Beschränkung der Transpiration, insbesondere der inneren. Die Verdunstung nach

mit schwachem äusserem Transpirationsschutz und starkem osmotischem Druck [1]) infolge hoher Konzentration des Zellsaftes durch Salzspeicherung. Diese letztern sind die halophytischen (salzbodenbewohnenden) Sukkulenten, zu den ersteren gehören wahrscheinlich alle übrigen; untersucht und klein befunden wurde der osmotische Druck bisher bei Cactaceen und Agaven. Es ist eine auffallende, schwer zu erklärende Tatsache, dass in der Sahara nicht-halophyte Sukkulenten völlig fehlen, während sie im übrigen ariden Afrika und in den amerikanischen Wüsten vielfach dominieren.

3. Das dritte Prinzip, die Herabsetzung der Verdunstung, wird in der mannigfachsten Weise durchgeführt:

a) durch Herabsetzung der verdunstungsfördernden Erwärmung, durch Kantenstellung der Blätter (*Capparis*) oder durch Selbstbeschattung, so bei der echten Jerichorose der Sahara (*Anastatica hierochuntica* L., die all ihre Zweige schon bei Lebzeiten zu einer Kugel zusammenballt);

b) durch Verkleinerung der verdunstenden Oberfläche:

α) durch Abwerfen der Blätter während der Trockenzeit, trockenkahle Pflanzen (*Zilla macroptera, Zizyphus*);

β) durch Verkleinerung des Blattes (Mikrophyllie), z. B. *Thymelaea mikrophylla* Coss. et Dur.; und bei cupressoiden Schuppenblättern (*Tamarix*);

γ) durch Einrollung des Blattes, besonders bei Wüstengräsern (*Stipa tenacissima* L., *Aristida pungens* Desf.) und bei erikoiden Formen (*Passerina*);

δ) durch Reduktion der Blätter auf chlorophyllose Schuppen und Übernahme der Assimilation durch den Stengel, der dann meist in Rillen geborgene Spaltöffnungen besitzt. So entstehen die „Rutensträucher" oder die „Retamaform" aus Pflanzen der verschiedensten Familien, ebenfalls wie die Sukkulenten eine typische Konvergenzerscheinung. Manche derselben tragen bald abfallende grüne Blätter.

Wir sammelten folgende Rutensträucher: *Retama Retam* Spach., (Papilionaceen), *Genista Saharae* Coss. (ebenso), *Coronilla juncea* L.

aussen wird durch hohen Druck des Zellsafts nur schwach beeinflusst. Livingstone (The Relation of Osmotic Pressure in Plants of Arid Habitat; Plant World, vol. XIV, 1911 p. 153) hat gezeigt, dass selbst ein osmotischer Druck von 100 Atmosphären höchstens eine Reduktion der Verdunstung um 10 % gegenüber derjenigen einer freien Wasserfläche bedingt.

[1]) Fitting macht mit Recht darauf aufmerksam, dass seine Untersuchungen, die nur oberirdische grüne Organe betrafen, durch Beobachtungen über den osmotischen Druck der Wurzelzellen ergänzt werden müssen; vielleicht ist derselbe gerade bei den Cactaceen sehr hoch?

var. *Pomeli* (ebenso), *Calligonum comosum* L. (Polygonaceen), *Ephedra alata* DC. (Gnetaceen), *Randonia africana* Coss. (Resedaceen), *Zilla macroptera* Coss. et Dur., nur aus Dornzweigen bestehend (Cruciferen), *Deverra scoparia* Coss. et Dur. (Umbelliferen), *Zollikoferia arborescens* Batt. (Kompositen).

c) Durch anatomische Einrichtungen in der Epidermis, welche die Verdunstung herabsetzen.

Hieher die Ausbildung einer derben Oberhaut mit dicker Cuticula, welche das Blatt lederig macht (*Sklerophyllie*, in der Sahara nicht häufig), oder Wachsüberzug (*Capparis*), oder Ausbildung eines weissen, die Erwärmung herabsetzenden und die Spaltöffnungen bedeckenden Filzes (sehr häufig in der Sahara), oder Einsenkung der Spaltöffnungen.

d) Eine Häufung xerophytischer Einrichtungen zeigen die Polsterpflanzen, von denen allerdings in der Sahara nur ein einziger, aber ausserordentlich typischer Repräsentant angetroffen wird: *Anabasis aretioides* Moquin (Chenopodiaceen), der „Chou-fleur" der Kolonisten (siehe Tafel XIX u. XX und Textfigur 5).

Die Pflanze gehört zum Typus der „imbrikatlaubigen Vollkugelpolster": sie bildet halbkugelige, feste, harte Polster (von bis 1 m 20 Durchmesser und 50–60 m Höhe) aus dichtgedrängten, von einem Punkte des Wurzelhalses allseitig ausstrahlenden Zweigen, die bis weit herunter von den fast schuppenförmigen, dornspitzigen Blättern bekleidet sind. Der Bau dieser Blätter ist ein ungemein komplizierter (siehe Fig. 5,2): eine mehrschichtige Oberhaut aus dickwandigen Zellen umgibt das Blatt, als mächtiger Panzer gegen das Sandgebläse des Wüstenwindes, gegen Frass und Schrumpfung schützend; in tiefen Gruben derselben liegen die Spaltöffnungen, was eine Beschränkung der Verdunstung bewirkt. Das grüne Gewebe schmiegt sich lichtsuchend der Oberhaut an, nur durch einen peripheren Mantel aus Wassergewebe von ihr getrennt, und die von ihm produzierten Baustoffe werden durch zahlreiche Leitbündel weggeholt und dem zentralen Strang zugeführt. Eine starke „Wirbelsäule" durchzieht die Mitte des kegelförmigen Blattes; sie läuft in die Dornspitze aus, und das ganze Haut- und Assimilationssystem ist wie eine Glocke an ihr aufgehängt: das Innere dieser Glocke füllt ein stark entwickeltes Wassergewebe mit zum Teil riesigen Kalk-Oxalat-Drusen. So repräsentiert dieses merkwürdige Gebilde einen zugleich sukkulenten und sklerophyllen Blatt-Typus mit Glockenstruktur; das Festigungsgewebe ist hier vom Stengel auf das Blatt übergegangen (4 und 5, Fig. 5), wie das nach Diels bei Polsterpflanzen häufig ist.

Der Nutzen, den der Polsterwuchs und die xerophytische Blattstruktur der Pflanze gewährt, ist einleuchtend. Gegen die

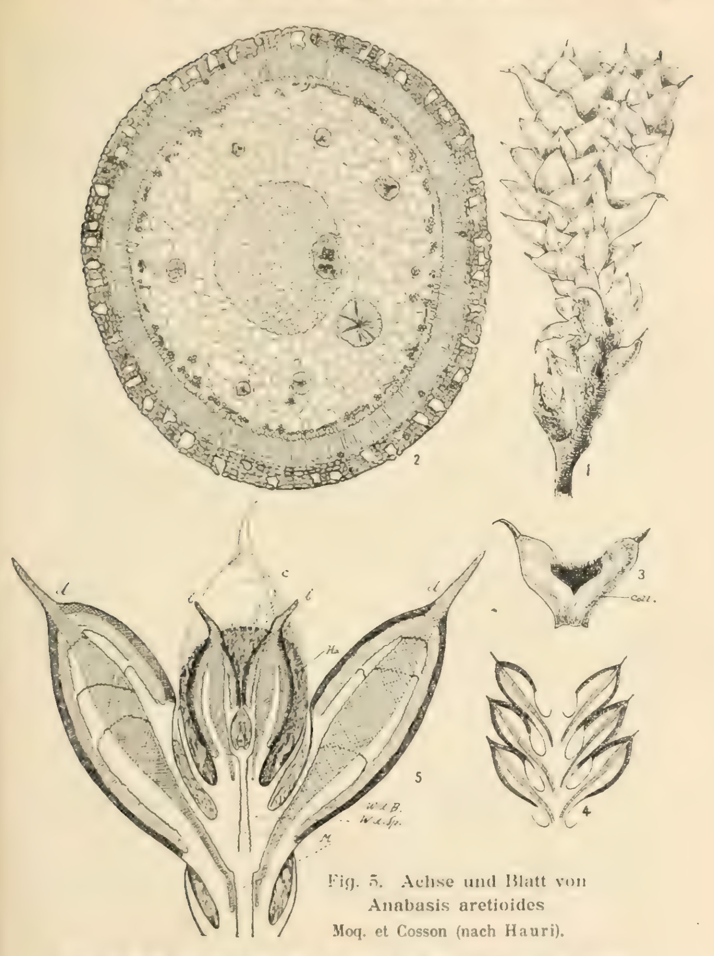


Fig. 5. Achse und Blatt von Anabasis aretioides Moq. et Cosson (nach Hauri).

1. Ein nach oben gegabeltes Zweiglein des Polsters mit seinen dichtgedrängten Blättern.
2. Querschnitt durch das Blatt; Erklärung im Text Seite 148.
3. Ein Blattpaar nach Abbrechen des folgenden, es werden jetzt die zwischen den Blättern sitzenden Haare sichtbar.
4. Längsschnitt durch drei übereinanderstehende Blattpaare; die Verlegung des mechanischen Gewebes (schraffiert) vom Stengel in die Blätter tritt deutlich hervor.
5. Längsschnitt durch die Spross-Spitze (schematisiert) *a* erstes, *b* zweites, *c* drittes, *d* viertes Blattpaar; *Ha* Haare; *M* Mark; *W. d. B.* Wassergewebe des Blattes; *W. d. Sp.* Wassergewebe des Sprosses (primäre Rinde); dunkel schraffiert: Epidermis; doppelt schraffiert: Blattbast; einfach schraffiert: Assimilat. Gewebe.

austrocknende und mechanisch schädigende Wirkung des Windes schützt sich die Pflanze durch den niedrigen kompakten, die verdunstende Oberfläche reduzierenden Wuchs, und die hermetisch geschlossene Decke aus festgefügten, gepanzerten Blättern, die auch jeglichem Frasse widerstehen. Das von Tausenden von kapillaren Hohlräumen durchzogene Polster speichert in diesen (und im Wassergewebe der Blätter!) reichlich Feuchtigkeit; so ist die Pflanze gewappnet gegen ihre wüstengeborenen Hauptfeinde: Wind, Trockenheit und Frass.

Dass der Sahara sonst die Polsterpflanzen fehlen, ist ebenso rätselhaft wie das Fehlen der cactoiden Stammsukkulenten, denn südamerikanische Wüsten sind reich an Polstertypen. Vielleicht ist es ein historischer Grund: die geologische Entwicklung der Pflanzenwelt hat vielleicht zufällig keine Pflanzentypen in die Nähe der Sahara gebracht, die sich unter dem Einfluss des Wüstenklimas in den obigen zwei Richtungen entwickeln konnten.

4. Ein weit verbreiteter Charakter endlich der Wüstenpflanzen ist die starke Ausbildung mechanischer Gewebe, eine starke Verholzung, die auch vielfach zur Dornbildung führt. Versuche haben gelehrt, dass diese Eigenschaften eine direkte Wirkung der Trockenheit und des starken Lichtes sind: eine und dieselbe Pflanze bildet in feuchterer Luft und bei schwächerer Beleuchtung weniger mechanisches Gewebe als im Trocknen und an stärkerem Licht. Auch die Dornen verlieren sich bei vielen dornigen Pflanzen bei Kultur in feuchtern Bedingungen.

Es wird dadurch wahrscheinlich, dass diese Eigenschaften als Wirkungen des Klimas aufzufassen sind und nicht als durch Zuchtwahl fixierte zufällige Varianten. Zweifellos aber besitzen sie für die Pflanze eine Bedeutung als arterhaltende Schutzmittel gegen mechanische Schädigung durch Austrocknung und gegen Frass.

Der starke Wüstenwind bedroht die Flora nicht nur durch seine austrocknende Wirkung, sondern auch durch sein Sandgebläse, das ja sogar die Steine anschleift. Die oben erwähnte starke Verholzung schützt auch dagegen; bei der Polsterpflanze Anabasis mag der dicke holzige Mantel aus mechanischem Gewebe, der sich um die Blätter legt, seine Hauptfunktion als Schutz gegen die Korrosion durch Sand haben.

Mannigfaltig sind die Schutzmittel der Wüstenflora gegen den Frass der Weidetiere: der Antilopen, der Giraffen, der Kameele, der Nagetiere. Denn die Gier derselben ist bei der Spärlichkeit der Nahrung eine um so grössere, und besonders die Sukkulenten, die lebendigen Quellen der Wüste, sind ihren Angriffen ausgesetzt. In der Tat sieht man in der Wüste die trockensten und dornigsten

Sträucher abgefressen; Salzpflanzen bilden geradezu Leckerbissen für die Kameele. Die Schutzmittel sind also weit davon entfernt, einen absoluten Schutz zu gewähren; aber die meisten Wüstenpflanzen haben ein so starkes vegetatives Reproduktionsvermögen, dass sie das öftere Abgefressenwerden ohne Schaden ertragen. Dieses Reproduktionsvermögen ist das wirksamste Schutzmittel gegen Frass.

Dann kommen Dornen und Stacheln in Betracht, die als direkte Bewirkung klimatischer Faktoren entstehen können, aber zweifellos auch als nützliche Organe gezüchtet werden. Denn es ist doch auffallend, dass die giftigen Cactaceen, die also schon durch ihr Gift geschützt sind, keine Stacheln besitzen!

Viele Saharapflanzen sind durch unangenehm riechende oder schmeckende Stoffe oder durch Gifte gegen Frass geschützt: *Retama* ist bitter, *Citrullus Colocynthis* ebenso; *Cleome arabica* und *Peganum Harmala* riechen widerlich. Die Euphorbien haben giftigen Milchsaft. Wo die eigenen Schutzmittel nicht ausreichen, flüchten sich gute Futterpflanzen in den Schutz von Dornsträuchern; so z. B. gedeiht *Zollikoferia resedifolia* im Schutz von giftigen Euphorbien („Vasallentum" nach Massart.

Die Verbreitungsmittel der Früchte und Samen sind nicht eingehender verglichen mit denen anderer Formationen; eine umfassende statistische Vergleichung wäre sicher von grossem Interesse. Fleischige Früchte fehlen, da auch die früchtefressenden Vögel selten sind. Vermutlich würde auch hier, wie bei der Alpenflora, die Anemochorie einen grössern Prozentsatz einnehmen als die andern Verbreitungsarten. Für Windverbreitung ausgerüstet sind u. a. die mit flügelartigen Bracteen umgebenen Früchte von *Ephedra alata*, die mit federigen Grannen versehenen Scheinfrüchte von *Aristida plumosa*, die behaarten Samen der *Tamarix*. — Die Bedeutung der „Feuchtigkeitsstreuung" (Hygrochasie) für einige Annuellen wurde schon oben betont. Einbohrungsmechanismen für den Samen, um ihn rasch in den Boden zu schaffen, besitzen *Aristida*- und *Erodium*-Arten; und durch rasche Keimung innerhalb der platten Früchte, die dadurch oft wie Knöpfe dem Wüstensand aufgenäht erscheinen, besitzt *Neurada procumbens*.

Auch die Blütenbiologie der Wüstenpflanzen ist noch wenig untersucht. Fisch,[1] der bei Heluan darüber arbeitete, konstatierte vorwiegend Autogamie, häufiges Vorkommen von pseudo-kleistogamen und echt kleistogamen Blüten, Armut an Tagfaltern, grössere Häufig-

[1]) Fisch, Ernst, Beiträge zur Blütenbiologie — Bibliotheca botanica. Heft 48, 1899. Arbeit aus dem botanischen Museum der eidg. techn. Hochschule in Zürich.

keit von Sphingiden und Kleinschmetterlingen, Beeinträchtigung des Insektenbesuchs durch den häufigen Wind, und geringe Augenfälligkeit.

Fassen wir den Gesamtcharakter der Flora am Nordrand der Sahara zusammen, so können wir etwa folgendermassen resümieren: (siehe auch Massart und Flahault).

Sie ist arm, auf weiten Strecken herrschen wenige Arten.

Sie hat vorwiegend mediterrane Verwandtschaftsbeziehungen.

Die Kryptogamen treten sehr zurück: wenig parasitische Pilze [1]) (darunter insbesondere einige Wurzelschmarotzer mit verholztem und verkorktem Fruchtkörper, wie *Terfezia*; auch die Oasen sind pilzarm, was Dr. Schneider [siehe unten] auf die Unwirksamkeit der Windverbreitung durch die Isolation zurückführt; der mit dem Saatgut verschleppte Gerstenbrand *Ustilago Hordei* Kell. et Sw. tritt dagegen reichlich auf); wenig saprophytische Pilze, wenige Algen in den Dayas, Flechten nur auf Steinen [2]), wenig Moose und Farne.

Die Annuellen sind reich vertreten.

Die Lianen fehlen fast völlig (*Convolvulus*, *Colocynthis*, aber mit abortierten Ranken), ebenso die Epiphyten.

Zwiebelpflanzen sind im Gegensatz zu anderen Wüsten spärlich, ebenso Polsterpflanzen und Stammsukkulenten.

Die Halophyten sind reich vertreten.

Kleinblättrige oder blattlose Dornsträucher, Rutengewächse und Filzpflanzen sind häufig.

Exkursionen in der Wüste und den Oasen.

I. Colomb Béchar: Nach vielstündiger Fahrt verlassen wir den Zug am jetzigen Endpunkt der Saharabahn (der Telegraph geht schon jetzt 200 Kilometer weiter nach Süden, bis Béni-Abbès, ca. 29° S. B.); wir erhalten zum Teil Quartier in dem festungsähnlichen Bahnhofgebäude (Fig. 1), zum Teil in der Kaserne und zum Teil im Hotel. Ein liebenswürdiger Offizier wird uns zum Führer gegeben. Wir besteigen einen kleinen Felshügel in der Nähe der Niederlassung, wo ein schmuckloses Denkmal an den im Kampfe gefallenen Leutenant Colomb erinnert, dem zu Ehren der Platz benannt wurde. Wir überblicken von hier das ganze Gebiet (siehe Fig. 6). Im Hintergrund zieht sich lang hingestreckt die Kette des Djebel Béchar (1226 m): davor die grüne Welt der Palmenoase, die ein breites Band längs des Oued Béchar bildet, einer ständigen Wasserader mit Stauwerken, die ihr Nass aus den nordöstlich gelegenen Bergen bezieht. Weiss leuchten die französischen Militärgebäude; lehmfarben hebt sich kaum vom Wüstengrund der

[1]) Auch die tierischen Gallen sind spärlich vertreten: Frau Schneider fand solche (s. unten) in der Wüste nur auf *Zilla macroptera*, *Deverra scoparia* und *Artemisia herba alba*.

[2]) Auf Felsen bei Béni-Ounif fanden wir *Psora globifera* (Ach.) Krbr. und *Ps. decipiens* (Ehrh.) Krbr. (nach freundl. Bestimmung durch Herrn Prof. Lindau Berlin).

arabische „Ksar“ und die niedern Hütten der „Legion Saharienne“ ab. Das sind die Elemente der südoranesischen Landschaft: Wüste, kahle Berge, uralte Oasenkulturen und Araberlehmdörfer, und die an die Verkehrsader sich klammernden Kulturstätten der Kolonisatoren, bei denen die Armee die Rolle eines „Furiers der Zivilisation spielt“ (Poincaré). Wir fanden in der Tat an diesem extremen Posten ein gut eingerichtetes Spital für die Eingeborenen und sogar ein kleines Museum der Landesprodukte.



Phot. Dr. Th. Stingelin, Olten

Fig. 6. Generalansicht von Colomb Béchar,

Endstation der westalgerischen Saharabahn. Im Hintergrund der Djebel Béchar, im Mittel Grund der Oase, die Gebaulichkeiten der französischen Militärverwaltung und der „légion saharienne“, unmittelbar von der Wüste umgeben.

Auf der Wüste, zwischen Oase und Station, die teils sandig, teils kiesig, teils felsig ausgebildet ist, sammelten wir:

Lygeum Spartum L.
Cutandia memphitica Spr.
Aristida obtusa Delile.
A. plumosa L. var. *lanuginosa* Trab.
Urginea noctiflora Batt. et Trabut, mit ihren grossen, noch grünen Früchten [1]).
Asphodelus pendulinus Coss. et Dur.
Calligonum comosum L., in Felsspalten (siehe Textfigur 7).
Noaea spinosissima Mocq.
Salsola vermiculata L. var. *spinescens* Mocq.
Telephium Imperati L.
Euphorbia Guyoniana Boiss. et Reut.
Helianthemum Kahiricum Dunal
Helianthemum vulgare Pers. var. *croceum*.
H. sessiliflorum Pers. var. *velutinum*.
Reaumuria vermiculata L.
Fagonia Bruguieri DC.
F. glutinosa DC.
Randonia africana Coss.
Retama Retam Webb.
Thymelaea microphylla Coss. et Dur.
Rhus oxyacantha Cav. (an Felsen).
Diplotaxis virgata DC.
Enarthrocarpus clavatus Delile.
Matthiola livida DC.
Moricandia teretifolia DC.
Muricaria prostrata Desv.
Neslia paniculata Desv.

[1]) Battandier et Trabut, Description d'une nouvelle espèce du Genre „*Urginea*“ Steinheil. Assoc. Franç. pour l'avancement des Sciences; Congrès de Besançon 1893.

Sisymbrium Irio L.
Savignya longistyla Boiss et Reut.
Zilla macroptera Coss. et Dur.
Farsetia aegyptiaca Turra.
Malcolmia aegyptiaca Delile.
Capparis spinosa L.
Neurada procumbens L.
Erodium laciniatum Willd.
E. glaucophyllum L'Hérit.
Peganum Harmala L., vorzugsweise in der Nähe menschlicher Wohnungen, an die Lägerpflanzen unserer Alpen erinnernd, und wie diese vom Vieh nicht berührt, wegen ihres penetranten Geruchs.
Dererra chlorantha Coss. et Dur.
Convolvulus supinus Coss., mit seidigen Blättern und schneeweissen Blüten dem Kiesboden entspringend (siehe Textfigur 9).[1]
Plantago ciliata Desf.
Echium humile Desf.
Salvia lanigera Poiret.
S. Pseudo-Saminiana De Noë.



Phot. G. Holmsen, Christiania

Fig. 7. Erosion anstehenden Felsens durch Temperaturdifferenzen.
Der erste Ansiedler in Felsspalte ist die Rutenpflanze (*Calligonum comosum* L.); Höhenzug nördlich von Colomb-Béchar.

[1]) Eine neue Art von *Convolvulus* fanden Prof. Diels und Rikli bei Colomb-Béchar, 750 m ü. M., in der Kieselwüste nördlich der Station. Die Diagnose dieser Novität (*Convolvulus Trabutianus* Schweinfurth und Muschler) findet sich in

Marrubium deserti De Noë.
Limoniastrum Feei Batt.
Antirrhinum ramosissimum Coss. et Dur.
Linaria fruticosa Desf.
Anvillaea radiata Coss. et Dur.
Atractylis cancellata L.
Carduncellus eriocephalus Boiss.
Catananche arenaria Cosson.
Echinops spinosus L.
Nolletia chrysocomoïdes Cosson.
Peralderia Dessegmyana Hochreutiner.
Tourneuxia variifolia Cosson.
Zollikoferia arborescens Batt.

Auf dem Weg zur Oase türmen sich hohe Dünen, die in ihrem raschen Fortschreiten die Vorposten des Palmenhains begraben haben; aber bis zur Krone umsandete Palmen leben noch weiter. Solche Bäume bilden an ihrer Basis gewaltige kegelförmige Wurzelballen, die dann, wenn der Baum wieder frei wird, ein eigenartiges Piedestal derselben bilden (Tafel XXII).

Und nun betreten wir erwartungsvoll den Palmenwald (siehe Tafel XXIII, XXIV und XXV), der als ein „Galeriewald" die beinahe stagnierenden Wasser des Oued begleitet. Alte Bekannte aus dem Norden begrüssen uns (*Phragmites communis*, untermischt mit *Typha latifolia* L. und *angustifolia* L.); hier rauscht das Schilf ein Heimatlied, dort breiten sich die Schwimmblätter eines wohlbekannten Laichkrautes (*Potamogeton natans* L.) und tauchen die Blüten eines andern auf (*Pot. pusillus* L.) neben denen eines Wasser-Hahnenfusses unserer heimischen Gewässer (*Ranunculus trichophyllus)* Chaix. Am Ufer wächst die Krötensimse (*Juncus bufonius* L.), *Scirpus Holoschoenus*, *Samolus Valerandi* L. und *Veronica anagallis aquatica* L., alles weit verbreitete Formen. Während wir auf der Wüste bei Colomb Béchar nur drei Pflanzen der Schweizerflora antrafen (*Telephium Imperati*, *Sisymbrium Irio* und *Neslia paniculata*, letztere beide bei uns nur auf künstlichen Standorten, wohl eingeschleppt!), ist im Wasser und Sumpf die herrschende Flora eine ubiquitäre, ein schlagender Beleg für die allbekannte Tatsache, dass die Feuchtigkeit ausgleichend auf die Flora wirkt, dass die hygrophilen Elemente viel weiter verbreitet sind als die xerophilen.

Ein paar Schritte weiter und wir sind im üppigsten Dickicht junger, verwildeter Dattelpalmen (Tafel XXV), zwischen denen die Riesenbüsche der südlichen Stechbinse (*Juncus acutus* L.) auftauchen, neben *Cyperus distachyus* L. und *laevigatus* L., umgeben von Oleanderbüschen, die überall in den Oasen der Sahara als typische Feuchtigkeitszeiger auftreten, als Charakterpflanzen der „Oueds", neben der Tamariske (*Tamarix*).

Die Palmengärten sind umgeben von Mauern aus ungebranntem Lehm, deren Krone durch aufgesetzte spitze Palmfiedern unübersteigbar gemacht wird. Die Dattelbäume werden sorgfältig bewässert und mit Kameelmist gedüngt; in ihren lichten Schatten werden Aprikosen, Feigen, Mandeln und Oliven kultiviert; lichtgrüne Gerstenfelder zeigen schon beinahe reife Ähren (*Hordeum tetrastichum*, begleitet von *Adonis aestivalis* L. und *A. microcarpa* DC. var. *dentata* Delile).

II. Die Düne von Aïn-Sefra (= gelbe Quelle). Zwischen Aïn-Sefra, einer Station der südoranesischen Bahn, 492 km vom Meer entfernt, 1090 m ü. M., und dem Höhenzug des Djebel Mekter, dessen Flora wir oben geschildert haben, erstreckt sich auf eine Distanz von 20 Kilometer eine wellige Dünenlandschaft. Das tiefe Orangerot des feinen Sandes ist besonders bei Abendschein von wunderbarer

Fedde, Repertorium specierum novarum regni vegetabilis Bd IX 1911, pag. 566. Sie ist am nächsten verwandt mit *C. spinosus* Burm. aus Persien, aber stellt eine ausgezeichnete neue Art dar, die im Habitus ganz an Zilla erinnert, und ein östliches Florenelement bildet.

Wirkung, eine förmliche Überraschung für den Reisenden. Der windgefegte Sand bedroht die Ortschaft; wie man sie durch Anpflanzung zu schützen suchte, haben wir oben S. 121 geschildert (siehe auch Tafel XVI). Sie sind von bedeutender Höhe, oben kahl, in den Depressionen von einer lückigen Vegetation bedeckt; jedes Pflänzchen erzeugt ein kleines Spezialdünchen (Tafel XVII). Die Oberfläche des Sandes zeigt in herrlicher Moirierung die feinen, lang dahinstreichenden „Ripplemarks" des Windes. Die Dünenpflanze par excellence ist der „Drin" (*Aristida pungens* Desf.), ein halbmannshohes Gras, in dichten Büscheln wachsend, ohne Ausläufer, aber mit unglaublich langen Tauwurzeln den Sand durchspinnend. Wir massen solche von 11 Meter Länge, oft freigeblasen und abgestorben und wie feine Drähte nach allen Seiten ausgespannt. Massart hat Wurzeln von 20 Meter Länge gemessen. Sie sind vollständig von einer Scheide aus Sand umgeben, der durch einen von der Wurzel ausgesonderten Schleim verklebt ist.

Im Glanze der Wüstensonne bietet diese Dünenlandschaft von Aïn-Sefra ein wunderbar leuchtendes Farbenspiel. Auf dem kräftigen Orangerot des Sandes zeichnet sich scharf das Weissgelb der *Aristida*-Büsche ab, untermalt von dem eigenartigen Bleigrau der verwelkten Blätter dieses Dünengrases; hie und da leuchtet im schönen Hellgrün ein lockerer Busch der *Euphorbia Guyoniana*, oder ein duftender Retambusch (*Retama Retam*) oder Ginsterstrauch (*Genista Saharae*) webt einen weisslichen Blütenschleier um seine dunkelgrünen Ruten; den blaugrauen Blattrosetten entsteigen die gelben Blütensterne des *Senecio coronopifolius*, und wie schwarze, langbeinige Spinnen liegen die Fruchtrispen des *Scirpus laevigatus* auf dem Sande. Flinke, sandfarbige Eidechsen huschen darüber hin, und an etwas zur Ruhe gekommenen Stellen sieht man überall die Löcher einer Ameisenwohnung (von *Messor arenarius*), rings von Sandkügelchen umgeben.

Wie auf den beweglichen Geröllhalden der Gebirge, so befolgen auch hier die pflanzlichen Bewohner eine verschiedene Taktik in der Anpassung an die bewegliche Unterlage. *Aristida pungens* und die Rutensträucher verankern sich in festen, dichten Büschen; *Euphorbia Guyoniana* durchpflügt mit langen Wurzeln den Sand, an denen sie von Zeit zu Zeit auftauchende Wurzelbrut erzeugt; *Rumex tingitanus* und andere Arten machen lange Ausläufer, und die vielen einjährigen Arten (*Linaria reflexa*, mit klebrigen Blättern und veilchenduftenden Blüten, *Evax argentea* Pomel, *E. desertorum* Pomel, das Edelweiss der Dünen, *Adonis microcarpa* DC., *Diplotatis virgata* DC., *Scabiosa arenaria* Forskal, *Koelpinia linearis* Pall., *Malcolmia arenaria* DC., *Plantago albicans* L., *Orlaya maritima* Hoffm., *Malva aegyptiaca* L., *Ceratocephalus falcatus* Mönch, *Androsace maxima* L., *Helianthemum niloticum* Pers., *Lotus pusillus* Viv.) verleben ihr kurzes Dasein auf fixierten Stellen.

Ausser den genannten Arten fanden wir in den Dünen:

Ephedra fragilis Desf.
Avena sterilis L.
Bromus rubens L.
B. tectorum L.
Cutandia incrassata Salzm.
C. memphitica Spr.
Hordeum murinum L.
H. mur. var. *leptostachys* Trab.
Koeleria villosa Pers.
Schismus calycinus L.
Aristida obtusa Delile.
Ammochloa subacaulis Bal.
Cyperus conglomeratus Rottb.
Iris Sisyrhynchium L.
Enarthrocarpus clavatus DC.
Eruca sativa L.
Matthiola livida DC.
Sisymbrium Irio L.
S. Irioides Boiss.
Cleome arabica L.
Hypecoum procumbens L.
H. Geslini Cosson

Erodium pulverulentum Boiss.
Ononis serrata Forsk.
Hippocrepis bicontorta Loisel.
Astragalus Gombo Cav.
A. pusillus Viv.
A. cruciatus Link.
Scrophularia Saharae Batt.
Echinospermum patulum Lehm.
Scabiosa simplex Desf.
Anacyclus cyrtolepidioides Pomel.
Calendula aegyptica Pers.
C. ae. var. *platycarpa* Coss.
Carduus pycnocephalus L.
C. p. var. *arabicus* Boiss.
Chlamydophora pubescens Coss. et Dur.
Nolletia chrysocomoides Cosson.
Pallenis spinosa Coss. var. *cuspidata* Pomel.
Rhantherium adpressum Coss. et Dur.
Senecio coronopifolius Desf.
Spitzelia Saharae Coss.



Phot. Prof. [illegible], Luzern.

Fig. 8. Büsche von Zilla macroptera Coss. et Dur. (Crucifere) auf der Kieswüste bei Béni-Ounif.

III. Béni-Ounif und Figuig. Unter freundlicher Führung durch einen äusserst liebenswürdigen und feingebildeten Offizier, und mit einer sehr dekorativen Eskorte durch einige „Mokhazénis" auf feurigen Rossen, zogen wir durch Kieswüste und Steinwüste und durch das wohlbewässerte Oued Zousfana nach der marokkanischen Oase von Figuig, und durch die breite Lücke des Col Zenaga (El Khenig" der Karte), zwischen dem langgestreckten niedern Bergrücken des Djebel Zenaga und Djebel Taghla, zurück nach Béni-Ounif.

Auf der Kieswüste dominieren die grossen Dornbüsche einer Crucifere (*Zilla macroptera* Coss. et Dur., siehe Textfigur 8) bis 2,5 m breit und 1 m hoch, aus lauter kräftigen, blattlosen, gelblichgrünen Dornzweigen zusammengesetzt, zwischen denen die kleinen rötlichen Blüten versteckt sind. Dazwischen grünen die Radial-Kugelsträucher der blattlosen *Deverra scoparia,* voll von Gallen (siehe unten). Zwischen die dichtgedrängten Radialruten haben Ameisen ihre Sandnester eingebaut, so dass die Pflanze unterwärts völlig sandgefüllt erscheint. In niedern Rasen breitet sich zwischen den windgescheuerten, „vermikulierten" Kieseln ein Steppengras aus, die *Aristida obtusa* mit ihren zierlich bewimperten Grannen. Hin und wieder treffen wir junge Pflänzchen des „Chou-fleur", der Polsterpflanze

Anabasis aretioides Moq. et Coss. (siehe Seite 148) mit besonders langen Dornen an den Enden der lockerer gestellten Blätter (siehe Abbild. bei Hauri); der Nachwuchs dieser interessanten Pflanze ist ein reichlicher, und das ist gut, denn es wird ihr heftig nachgestellt, da sie als Brennmaterial zum Heizen der Bäder verwendet wird. Überraschend wirken die prächtigen weissen Glocken des *Convolvulus supinus*, die zwischen den Kieseln den Boden der Felswüste schmücken (siehe Fig. 9), und die knorrigen, niederen, kleinblättrigen Sträuchlein einer Borraginee (*Echiochilon fruticosum* Desf.) entfalten ihre spärlichen Trichterblüten neben der ganz auffallenden Erscheinung des relativ grossblättrigen *Rhus oxyacantha*, dessen Existenz auf der Felswüste uns jetzt erst durch den Fittingschen Nachweis seiner hohen osmotischen Saugkräfte verständlich wird.



Phot. Dr. Pritzel, Gross Lichterfelde

Fig. 9. Convolvulus supinus Coss. in der Felswüste bei Béni-Ounif.

Weitere Funde auf der Kies- und Steinwüste bei Béni-Ounif sind:

Ephedra alata DC.
Aristida plumosa L.
Stipa parviflora Desf.
Haloxylon articulatum Boiss.
Ononis glabrescens Hochreut.
Farsetia linearis DC
F. aegyptica Turra.
Morettia canescens Boiss.
Randonia africana Coss.
Reseda villosa Coss. et Dur.
Erodium laciniatum Willd.
Antirrhinum ramosissimum Coss. et Dur
Linaria fruticosa Desf.
Asteriscus pygmaeus Coss.
A. graveolens Forsk.
Atractylis serratuloides Sieb.
Scorzonera undulata Vahl var. *alexandrina* Boiss.
Zollikoferia arborescens Batt.
Z. nudicaulis Boiss.

Wir nähern uns dem Oued Zousfana, dessen Sandalluvionen in kleine Dünen aufgeweht sind, in denen der unvermeidliche „Drin“ (*Aristida pungens*) seine Wurzelfäden spinnt. Am Ufer des träge schleichenden Wassers sprosst über mannshohes Schilfrohr (*Phragmites communis* L. var. *isiacus* Arcangeli), begleitet von *Cyperus laevigatus* L.

Den Lauf des Oued bezeichnen verwilderte Datteln, Oleander und *Juncus acutus* (siehe Textfigur 11); er ist von kahlen Bergen begleitet. Wir verlassen dieses Tal, das sich weit nach Süden erstreckt und an dem sich die Oasen wie in einer Perlschnur aneinanderreihen, und ziehen über die Kieswüste der Ebene von „Baghdad“[1]) gegen die Oase Figuig, jenes berüchtigte marokkanische Räubernest,



Phot. Prof. Scharfetter, Graz

Fig. 10. Die Wasseruhr in der Oase von Figuig (Süd-Marokko).

das den Franzosen viel zu schaffen machte, bis es im Jahre 1904 durch die Beschiessung von Zenaga unter ihre Botmässigkeit gebracht wurde. Es besteht aus fünf Dörfern, unansehnlichen Lehmhaufen, die von zahllosen finstern, schmalen Strässchen und Tunnels labyrinthartig durchzogen sind; aus den schmalen Türen

[1]) Hier fand sich neben häufigen *Echiochilon fruticosum* Desf. eine neue Varietät der *Euphorbia Dracunculoides* Lam., einer indisch-arabischen Art. Wir nennen sie var. *africana* Rikli & Schröter; sie unterscheidet sich vom Typus durch folgende Merkmale: „Cornua glandium multo longiora, semina minus tuberculata, caruncula major, cyathium intus sparsissime hirsutum“. (Vgl. die Abbildung des Typus in: Boissier, Icones Euphorbiarum. Genf 1866, tab. 91).



Phot. Prof. Bachmann, Luzern

Fig. 11. Am Bach des „Oued Zousfana“ am Wege von Béni-Ounif nach Figuig, am Col de Taghla.
Verwilderte Dattelpalmen, Oleander, Phragmites, Juncus acutus.
Im Hintergrund der Djebel Taghla.

der fensterlosen Häuser ergiessen sich Ströme von schmutzigen Kindern. Auf einem der weniger freien Plätze werden wir sofort von Händlern umringt, die uns die Produkte marokkanischen Gewerbefleisses anbieten. Dann tritt man aus der beängstigenden Enge des „Ksar“ hinaus in den lichten Schatten der Palmhaine, an deren Rande üppige Gerstenfelder grünen. Die Bewässerung wird sorgfältig geregelt: ein Wächter misst an einer eigenartigen Wasseruhr die Zeit: ein eisernes Gefäss schwimmt auf Wasser; es hat im Boden ein kleines Loch, durch das das Wasser langsam hereindringt, bis sein Stand eine Marke erreicht, die an der Innenwand des Gefässes angebracht ist, dann verkündet der Wächter mit lautschallender Stimme, dass eine „Wasserstunde“ vorbei ist (Siehe Textfigur 10).

Zuletzt traten wir an den Rand einer hohen Tuffterrasse, von wo aus der Blick über ein Meer wogender Wipfel von Tausenden von Palmen schweift, aus denen blendend weiss das Minaret von Zenaga ragt: ein unvergesslicher Anblick!

Anhang.

1. Über einige algerische Farbstoffe und Verwandtes.

Von C. Hartwich.

a) Henna.

Wir fanden dieses im ganzen Orient sehr ausgedehnt verwendete Färbemittel in Algier reichlich im Gebrauch. Es wird aus den Blättern und jungen Zweigen der Lythracee *Lawsonia inermis* L. gewonnen, die mit Alkalien orangerot färben und zwar die Zweige reichlicher wie die Blätter. Überall waren die Hände, vielfach auch die Füsse der Berberinnen und der Araberinnen damit gefärbt. Viel seltener verwendeten es die Männer, bei diesen zeigten in der Regel nur die Fingernägel und die innere Handfläche die Farbe. — In Tlemcen besuchten wir die Ecole des tapis, wo die Knüpfarbeit an den Teppichen von kleinen Judenmädchen im Alter von 8—12 Jahren besorgt wird. Es fiel auf, dass manche der Kinder nicht schwarze, sondern dunkel fuchsrote Haare hatten. Diese Umfärbung wird mit Henna gemacht. Besonders auf der Strasse hatten die Kinder den Kopf mit einer lehmfarbenen Kruste bedeckt, die auf den ersten Blick wie ein hässlicher Ausschlag aussah. Das war der angetrocknete Brei von Henna, wahrscheinlich mit einem Alkali (gelöschter Kalk) vermengt. Diese Verwendung der Droge, um schwarzen Haaren einen roten Farbenton zu geben, kommt auch in Europa vor. — Endlich konnten wir in den Oasendörfern in West-Algier und in Oudjda reichlich schöne Lederarbeiten kaufen, die mindestens zum Teil aus Marokko stammten und deren Grundfarbe, ein schönes tiefes Orangerot, durch Henna erzeugt war. Zum Färben der Teppiche wird sie nach den uns gewordenen Informationen nicht benützt. Die Pflanze ist jetzt durch diesen vielfachen Gebrauch ausserordentlich weit verbreitet, von Nordaustralien über die Sunda-Inseln und Persien bis Belutschistan, über die Philippinen nach Süd-China, über Arabien nach Afrika, wo sie im Westen bis Marokko und Senegambien, im Süden bis nach Madagaskar geht. Auch in West-Indien ist sie in Kultur (Niedenzu in Engler-Prantl, Pflanzenfamilien). Im 13. Jahrhundert wurde sie auch in Italien kultiviert. In Algier kultiviert

man den Strauch in den Oasen, importiert aber auch erhebliche Mengen des Pulvers aus dem Orient. In den Kaufläden der Eingebornen-Viertel in den Städten und Dörfern sieht man überall neben dem Eingang einen grossen Sack mit dem groben Pulver der Stengel und Blätter stehen. J. A. Battandier (Plantes médicinales 1900, p. 27) klagt über starke Verfälschung der Droge. Es kommt vor, dass sie aus 80 % Erde, Anilinfarben und ganz wenig echter Henna besteht. Ihre Heimat sucht De Candolle (Ursprung der Kulturpflanzen, übers. von Goetze 1884) an den Grenzen Persiens und Indiens oder in Persien; er stützt sich dabei wesentlich auf die weite Verbreitung des ursprünglich persischen Namens *Henna*. Jedenfalls ist die Verwendung der Pflanze eine uralte und diese ist wohl überall in erster Linie die eines Färbemittels gewesen, da der Gebrauch als Arzneimittel stets ein unbedeutender gewesen ist. Nach Schweinfurth (Verhandl. d. Berl. anthrop. Ges. 1891, XXIII, p. 658) ist die Pflanze schon in ältester Zeit aus Persien nach Ägypten gekommen und genau so verwertet wie noch heute. Man findet häufig die Fingernägel der Mumien gefärbt, an andern Teilen des Körpers ist die Farbe wegen der allgemeinen Dunkelfärbung nicht mehr zu erkennen. Unter den Beigaben der Gräber findet sich das grobe Pulver der Blätter und Stengel und der Blüten der Pflanze (Woenig, Pflanzen im alten Ägypten). Er sucht übrigens, abweichend von De Candolle, die Heimat der Pflanze in Indien und weist Persien nur die Rolle des ersten Vermittlers für die Verbreitung zu. In späterer Zeit dürften wohl die Araber auf ihren Eroberungszügen die Pflanze verbreitet haben, da sie gegenwärtig überall, wo es das Klima zulässt, wächst, wo Muhamedaner wohnen, deren Gebiet sogar mehrfach überschritten hat.

Ich sagte soeben, dass ihre arzneiliche Verwendung eine geringe gewesen ist. Interessant ist es aber, dass Ibn Beithar (13. Jahrh.) verschiedentlich berichtet, dass man Henna mit Nutzen verwenden solle, um kranke Fingernägel, die im Begriff stehen, abzufallen, wieder zu befestigen. Hier berührt sich die kosmetische Verwendung mit der arzneilichen. — Ich habe oben als Zusatz zum Henna-Pulver gelöschten Kalk genannt, ausserdem verwendet man auch Zitronensaft, Alaun, Weinstein, nach Plinius auch Quittensaft, nach Dioskorides den Saft aus der *Saponaria officinalis* L. Das Pulver ohne Zusatz färbt nicht; v. Quedenfeldt (Verhandl. d. Berl. anthrop. Ges. XIX 1887, S. 283) berichtet aus Marokko, dass die Frauen sich im Sommer mit einem Brei daraus das Gesicht beschmieren, um sich zu erfrischen und um den Teint zu verschönern. — Über den Farbstoff oder den Stoff, aus dem er sich entwickelt, ist wenig bekannt. Die Pflanze enthält einen

glukosidischen Gerbstoff und der Farbstoff dürfte durch hydrolytische Spaltung aus ihm entstehen.

Ausser zum Färben findet die Pflanze noch eine zweite Verwendung, von der wir allerdings in Algier nichts gesehen haben. Sie ist die einzige Lythracee mit wohlriechenden Blüten und diese benützte man, zu Ketten aneinander gereiht, zum Schmuck. Sie sind, wie schon erwähnt, in altägyptischen Gräbern gefunden. Im Hohen Lied Salomonis werden Büschel der Blüten zusammen mit Myrrha und Narden genannt. Sie heissen Copher und dieser Name hat sich bis heute als Chofreh in Nubien erhalten, während sonst überall der Name Henna und von ihm abgeleitete Formen die herrschenden sind Bei Dioskorides und anderen alten Schriftstellern heisst die Pflanze Kypros und man hat behauptet, dass sie diesen Namen erhalten hat, weil sie von der Insel gleichen Namens kam. Ich möchte es für wahrscheinlicher halten, dass der Name aus dem hebräischen Copher entstanden ist. Unter den Orten, von denen man die Droge bezog, fehlt bei Dioskorides Cypern. Die besten Sorten kamen nach ihm aus Askalon in Palästina, von wo der Name mit zugewandert sein kann und von Kanope in Unter-Ägypten. Plinius nennt freilich auch Cypern. Den Alten dienten die Blüten auch zur Bereitung wohlriechender Salben und Öle. Neben den Blättern und Zweigen verwendete man auch die Wurzel der Pflanze zum Färben und über sie ist der Name (al Henna) dann zu einer anderen färbenden Droge gewandert, nämlich zur Borraginacee *Alcanna tinctoria* (L.) Tausch, die im ganzen Mittelmeergebiet heimisch, noch jetzt in ihrer Wurzel, allgemein als *Alkanna* bezeichnet, ein viel benütztes Färbematerial liefert.

b) Teppichfarben.

Wir hatten Gelegenheit, die Fabrikation schöner, farbenprächtiger Teppiche zweimal zu sehen, zuerst in der Kasbah in Algier, wo die Fabrik einen mehr europäischen und modernen Zuschnitt hatte und in Tlemcen, wo, wie schon erwähnt, in der Ecole des tapis die Knüpfarbeit von kleinen Judenmädchen unter der Leitung von zwei Französinnen gemacht wurde. Die verwendeten Farben sind durchweg Pflanzenfarben (ausserdem Cochenille); die freilich viel leuchtenderen aber weniger beständigeren modernen Farben werden gar nicht verwendet.

In Algier verwertet man nach von einem Beamten der Fabrik erhaltener Auskunft: *Cochenille* für Rot, *Indigo* für Blau, *Reseda luteola* (ar. Liruu) für Gelb und *Centaurea acaulis* Desf. (ar. Ardjakmu, Repakmu) ebenfalls für Gelb. In Tlemcen befand sich die sehr primi-

tive Farbenküche neben der école unter einem Schutzdach. Das Inventar bestand aus einigen Töpfen und Kesseln. Die verwendeten Farben waren: Cochenille, Indigo, Campecheholz für Rot, *Rubia tinctorum* (nach Battandier l. c. auch *Galium tunetanum* L.) ebenfalls für Rot, *Daphne Gnidium* L. (ar. El Hazzaz) für Grün.

Ich vervollständige diese Liste nach J. A. Battandier (l. c.), der noch folgende, aus Pflanzen und Tieren gewonnene und in Algier benutzte Farbstoffe aufführt: Gelb: Die Früchte von *Rhamnus oleoides* L. (ar. Cherrira, Serr), die sonst auch zum Färben verwendeten Früchte von *R. alaternus* L. (ar. Amiless Kassed, Melila) nennt Battandier nur als Gerbematerial. Ferner ein auf *Pistacia atlantica* Desf. (ar. Betum) wachsender Pilz.

Rot: *Rhus oxyacantha* Cav. (ar. Djedari) zum Rotfärben von Leder und zum Schwarzfärben von Seide *Alcanna tinctoria* (L.) Tausch (vergl. oben) *Quercus coccifera* L. c. *Qu. pseudo-coccifera* Desf. (ar. Ballut el Haluf), man verwendet die auf den Pflanzen lebenden Weibchen der Kermesschildlaus (*Kermes vermileo* Planchon).

Schwarz: *Pistacia Terebinthus* L. (ar. Betum el Kifan) und zwar auf der Pflanze vorkommende Gallen, sicher von *Pemphigus*-Arten, wahrscheinlich von *P. utricularius*, die z. B. aus Marokko und Tripolis exportiert werden. *Tamarix articulata* Vahl (ar. Ethel, Ithel). Auch von diesem Baum verwendet man auf ihm wachsende Gallen. Sie sind unter dem Namen *Takut* und *Tiggaut* bekannt. Wir sahen sie in dem kleinen Museum algerischer Exportartikel in Colomb-Bechar und in mehreren Oasen, wenigstens waren diese von der Handelsware nicht zu unterscheiden (vergl. den Beitrag von Frau Dr. Schneider). *Punica Granatum* L. (ar. Rumana), die Fruchtschalen. —

c) Augenschminke.

Bei den Kabylenfrauen in Michelet und in anderen Dörfern fiel uns neben der Henna noch ein anderes Kosmetikum auf, ebenso ehrwürdigen Alters wie diese. Hier und da erschienen die Augen schwarz umrandet. Die Sitte, auf diese Weise die Augen scheinbar zu vergrössern und zu verschönern, ist im Orient weit verbreitet. Man streicht mit einem Stäbchen ein feines, schwarzes, mit Wasser angerührtes Pulver auf die Augenlider. Diese kosmetische Sitte dürfte aus einer medizinischen entstanden sein, nämlich aus der Anwendung von Augensalben gegen die weit verbreiteten Augenkrankheiten. Wie verbreitet diese sind, konnten wir in der Oase Tiout bei Aïn Sefra konstatieren, wo nach unserer Schätzung etwa ein Drittel der

Eingeborenen auf einem oder auf beiden Augen blind, oder doch mit schweren Augenleiden behaftet war.

Bei den Ägyptern bedeutet im 2. Jahrtausend v. Chr. *stem* eine Salbe, hauptsächlich eine Augensalbe und *mestem—t* den wichtigsten Bestandteil derselben, nämlich Schwefelantimon. Daraus ist bei den Griechen *stimmi*, bei den Römern *stibium* geworden. Schon frühzeitig erscheinen auf ägyptischen Bildern und Bildsäulen die durch das Bestreichen mit *stem* stark hervorgehobenen Augenlider und wohl auch Augenbrauen.

Im Arabischen heisst diese schwarze Augenschminke *kol* und *köl* und mit dem Artikel *al kol*. Ursprünglich bedeutet das also auch ein Augenheilmittel und zwar ein flüssiges Collyrium aus Kohle, die aus verbranntem Weihrauch und verbrannten Mandelschalen gewonnen wurde. Später bezeichnete man mit al kol jedes sehr feine Pulver und, weiter gehend, einen sehr feinen zarten Körper überhaupt, auch wenn er nicht pulverförmig war und wie man das Feine, Dünne, Flüchtige des Weines als dessen Geist = Spiritus bezeichnete, so nannte man es auch *al kol* = Alkohol. (Es ist ganz interessant, dass diese alte Bedeutung des Wortes Alkohol als eines sehr feinen Pulvers sich bei uns bis heute erhalten hat, die Preislisten der Drogisten bezeichnen sehr feine Pulver von Drogen als *alkoholisatus*.)

Man hat solche Augenschminken aus ägyptischen Gräbern nicht selten untersucht und merkwürdigerweise in ihnen viel seltener Schwefelantimon und Kohle als *Bleiglanz* und *Mangansuperoxyd* nachgewiesen.

Woraus die Augenschminke der Kabylenfrauen in Michelet besteht, kann ich leider nicht mit voller Sicherheit sagen. Wir haben die Substanz auf der Rückreise von Michelet auf dem bei Fort National abgehaltenen grossen Markte verschiedentlich feilgeboten gesehen und auch eingekauft. Leider ist das Päckchen später verloren gegangen. Es waren stark silbrig glänzende Stücke von schiefriger Struktur, das scheint mir am meisten für *Bleiglanz* zu sprechen.

2. Einige Beobachtungen über die parasitischen Pilze Algeriens.

Von O. Schneider-Orelli.

Nicht nur dem Pflanzengeographen, sondern auch dem Pflanzenpathologen bietet Algerien mit seinen grossen Gegensätzen mannigfache Anregung. Wie man sich an Ort und Stelle bald überzeugt, liefert allerdings nur das Tell ein reichlicheres Untersuchungsmaterial an parasitischen Pilzen, also jener Teil Algeriens, welcher nach dem Mittelmeer hin entwässert wird und nicht nur in seiner höheren Pflanzenwelt, sondern auch in den davon abhängigen mykologischen Verhältnissen einen durchaus mediterranen Charakter trägt.

Das Steppen- und das Wüstengebiet enthalten dagegen ausserordentlich wenige parasitische Pilze, nicht nur deswegen, weil hier die Zahl der höheren Pflanzen, die als Wirte in Betracht kommen könnten, überhaupt eine viel geringere ist, sondern auch aus dem Grunde, weil die grosse Trockenheit die Entwicklung der meisten parasitären Pilze verunmöglicht. Zweifellos ist der letztgenannte Punkt der wichtigere, denn alles in allem ist doch die Artenzahl der Steppen- und Wüstenpflanzen immerhin noch eine ganz beträchtliche.

Wie gross der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf das Zustandekommen von Pilzinfektionen im allgemeinen ist, wissen ja schon unsere Praktiker, denen es eine ganz bekannte Erscheinung ist, dass z. B. der falsche Mehltau der Rebe an niederschlagsreichen warmen Sommertagen mit unheimlicher Schnelligkeit überhandnimmt, das wissen aber besonders auch alle Pflanzenpathologen. Ist es doch oft recht schwierig, im Freien einen Infektionsversuch mit Erfolg durchzuführen, wenn derselbe im feuchten Raume, z. B. unter Glasglocken auch leicht gelingt.

Hierin liegt wohl grösstenteils die Erklärung der auffälligen Tatsache, dass Rostpilze, also die Parasiten par excellence, bisher an algerischen Wüstenpflanzen nicht gefunden wurden und wahrscheinlich auch nicht vorkommen. Es ist mir nur ein einziger Fall bekannt, den man als Ausnahme von dieser Regel betrachten könnte, nämlich das Vorkommen von *Uromyces tingitanus* P. Henn. auf *Rumex tingitanus* am Fusse der Sanddünen von Aïn-Sefra. Aber die Ausnahme ist doch nur eine scheinbare, da der betreffende Fundort nicht unweit einer Quelle liegt und die zahlreichen benachbarten Pappeln darauf hin-

weisen, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse jener Stelle mehr diejenigen einer Oase als der Wüste sind.

Teilweise auf eine andere Ursache möchte ich dagegen die weitere von mir beobachtete Erscheinung zurückführen, dass selbst in den fruchtbarsten Oasen, die wir besuchten, Rostpilze und verschiedene andere Gruppen parasitärer Pilze fast ganz fehlten.[1] Zwei Beispiele mögen dies näher erläutern. Den Gerstenrost, *Puccinia glumarum* (Schm.) Erik. et Henn. fand ich in keiner einzigen Oase, trotzdem die Gerstenfelder dort zahlreich und die Kulturen im Wachstum weit vorgerückt waren; im Tellgebiet, z. B. bei Lalla Marnia und gegen Oudjda hin, fand sich dieser Pilz dagegen auf Schritt und Tritt. Eine ähnliche Beobachtung machte ich auch an den zahlreichen Unkräutern in den Getreide- und Gemüsefeldern der Oasen, so z. B. an *Capsella Bursa-pastoris*, welche in den Oasen stets pilzfrei, in der Umgebung von Alger wie auch bei Oudjda aber nicht selten von *Peronospora parasitica* (Pers.) und *Cystopus candidus* (Pers.) Lév. befallen war. Das Fehlen oder doch geringe Auftreten dieser Pilze in den Oasen Südalgeriens möchte ich weniger auf ungenügende Feuchtigkeit, als vielmehr auf die Isolation der Oasen zurückführen. Die Übertragung der Pilzsporen durch den Wind wird angesichts der grossen Entfernungen von einer Oase zur andern in den meisten Fällen ausser Betracht fallen, während sie in zusammenhängend bewachsenen Gebieten Neuinfektionen viel leichter herbeiführt. Eher ist an den Handelsverkehr von einer Oase zur andern zu denken, doch scheint auch diese Verbreitungsmöglichkeit beispielsweise für die Sporen der Rostpilze nur in beschränktem Masse in Betracht zu fallen, was sich wohl in erster Linie durch die grossen Distanzen und die geringe Widerstandsfähigkeit der meisten Rostpilzsporen gegen Trockenkeit erklärt.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse für den Gerstenbrandpilz, *Ustilago Hordei* Kell. et Sw., welcher mit dem Saatgut durch den Handel überallhin verschleppt werden kann, weil die widerstandsfähigen Brandsporen aussen an den Körnern haften. Tatsächlich findet sich dieser Pilz auch ziemlich überall, wo Gerste angebaut wird, ich fand ihn sowohl in den magern Gerstenähren von Colomb-Béchar als auch in den schweren Fruchtständen der Gerstenfelder bei Oran, überhaupt in jeder Gerstenpflanzung, wo ich danach suchte. Diese Beobachtungen über den Gerstenbrand und den Gerstenrost in den südalgerischen Oasen scheinen mir auch von Interesse in bezug auf Erikssons Mykoplasmatheorie, nach welcher die Gersten-

[1] *Puccinia Launaeae* entdeckte Maire 1906 in der Oase von Figuig.

körner den Infektionsherd für die spätere Rosterkrankung der jungen Gerstenpflanze schon vor der Aussaat im Innern enthalten müssten. Meine Beobachtungen sprechen allerdings nicht zugunsten dieser Theorie, denn wenn der Gerstenrost wirklich mit dem Saatgut verschleppt würde, wie es bei den Brandpilzen der Fall ist, dann müsste *Puccinia glumarum* in den südalgerischen Oasen doch wohl stärker verbreitet sein.

Brandpilze finden sich dagegen auch an typischen Wüstenpflanzen, so sei beispielsweise auf *Sphacelotheca Aristidae-lanuginosae* Maire hingewiesen, welche Maire [1]) vor einigen Jahren bei Béni-Ounif auf *Aristida lanuginosa* entdeckte. Die Ustilagineen sind bekanntlich dadurch, dass sie mit der Wirtspflanze keimen und ihre ganze Entwicklung im Innern derselben durchmachen, gegen die Trockenheit der Wüste gut geschützt. Zu den wüstenbewohnenden parasitären Pilzen im weitern Sinne sind auch noch zahlreiche, unterirdisch auf den Wurzeln höherer Pflanzen lebende Arten zu zählen, deren Fruchtkörper sich durch Verholzung und Verkorkung der Wände und des Stieles an die extreme Trockenheit ihrer Umgebung anpassen [2]). Doch war im Frühjahr 1910 infolge des völligen Ausbleibens der Niederschläge im vorhergehenden Winter von diesen interessanten Wüstenformen (Terfezia u. a.) auch mit Unterstützung ortskundiger Eingeborner nichts zu entdecken.

Die algerische Pilzflora ist schon gut durchforscht. Verschiedene französische Botaniker, besonders Trabut, Patouillard und Maire sammelten parasitische Pilze sowohl im Küstengebiet als auch im Süden. Maire behandelt in der schon zitierten vortrefflichen Arbeit genau das gleiche Gebiet, welches wir auch auf unserer Reise berührten. Ich sehe deshalb davon ab, an dieser Stelle ein irgendwie vollständiges Verzeichnis der von mir gesammelten algerischen parasitären Pilze aufzustellen und greife aus meinem Herbarium im folgenden nur diejenigen Arten mit Fundortsangabe heraus, welche durch die Häufigkeit ihres Auftretens oder als Urheber starker Deformationen an den Nährpflanzen auch dem Nichtspezialisten auffallen mussten und also gleichsam einen integrierenden Bestandteil des Vegetationsbildes darstellten.

Für die Bestimmung der Nährpflanzen bin ich Herrn Professor Dr. Rikli zu herzlichem Dank verpflichtet.

[1]) Maire, R., Contributions à l'étude de la flore mycologique de l'Afrique du Nord (Bulletin de la Soc. bot. de France. T. 54. 1907. p. CXCIX).

[2]) Patouillard, N., Catalogue raisonné des plantes cellulaires de la Tunisie. Paris. Imprim. nationale. 1897. p. XVI.

Unter den Uredineen sind vorerst einige Arten zu nennen, die wir auch in der Schweiz häufig antreffen, wie der Rosenrost, *Phragmidium subcorticium* (Schr.) Wint. auf *Rosa* sp. bei Alger, der Malvenrost, *Puccinia Malvacearum* Mont. auf verschiedenen Malvaceen z. B. um Alger, Oran und Tlemcen herum sowie bei Oudjda und *Melampsora Helioscopiae* (Pers.) Wint. auf *Euphorbia helioscopia* bei Maison Carrée. Als identisch oder doch nahe verwandt mit schweizerischen Rostpilzen sind ferner zu nennen *Puccinia Agropyri* Ell. et Ev. auf *Clematis cirrhosa* (Cascades bei Tlemcen), ferner das in Algerien verbreitete *Caeoma pulcherrimum* Bub. auf *Mercurialis annua* L. (Bouzaréah), *Puccinia Cirsii eriophori* E. Jacky auf *Cirsium* (*Chamaepeuce*) *Casabonae* bei Lalla Marnia und *Uromyces Anthyllidis* (Grev.) Schroet., der sowohl bei Santa Cruz (Oran) wie bei Lalla Marnia die Blätter von *Anthyllis tetraphylla* auf beiden Blattseiten mit seinen dunkelbraunen Sporenhäufchen bedeckte. Zahlreiche Exemplare von *Euphorbia Paralias* am Weg nach Terni zeigten die gleiche durch *Uromyces Pisi* (Pers.) de Bary erzeugte Deformation der blütenlosen Triebe, wie sie uns an *Euphorbia Cyparissias* gut bekannt ist.

Die folgenden Uredineen sind dagegen rein südländische Arten, denen aus unserer Schweizerflora keine nahe verwandten an die Seite gestellt werden können. Einer der häufigsten algerischen Rostpilze ist zweifellos *Puccinia Smyrnii-Olusatri* (D. C.) Lindr. auf *Smyrnium Olusatrum*, deren Blätter und Blattstiele oft über und über von den hellgelben Aecidien oder den braunen Uredo- und Teleutosporenlagern besetzt waren. Als reiche Fundorte dieses Pilzes nenne ich beispielsweise die Umgebung von Alger und Oran, ferner Tizzi-Ouzou und Fort National. Auffällige Erscheinungen sind auch die durch *Uromyces Ferulae* Juel erzeugten Aecidiengallen an den Blattstielen und Stengeln von *Ferula communis*, wie sie sich in der nähern Umgebung von Alger, Oran und Tlemcen häufig fanden. Einzelne der gesammelten beulenartigen Anschwellungen erreichen über 2 cm Länge, an der infizierten Stelle zeigt die Wirtspflanze meist eine leichte Verkrümmung. Weiter seien noch genannt *Puccinia Asphodeli* Mougeot auf *Asphodelus microcarpus* (Batterie espagnole bei Oran, Lalla Marnia), *Aecidium Umbilici* Trotter auf *Umbilicus* sp. bei Bouzaréah und *Zaghouania Phillyreae* Pat. auf *Phillyrea media* und *Phillyrea latifolia* bei Maison Carrée. Der charakteristische *Uromyces tingitanus* von Aïn-Sefra wurde schon oben erwähnt.

Und noch einige Parasiten aus andern Pilzgruppen. Auf *Amygdalus communis* fanden sich zwei Arten, die auch an schweizerischen Steinobstbäumen sehr häufig sind, nämlich *Exoascus deformans* (Berk.) Fuck. bei Maison Carrée und *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) bei

Oran und Tlemcen. Starkes Auftreten der echten Mehltauart *Erysiphe Martii* Lév. beobachtete ich an Erbsenkulturen bei Alger. Ferner seien hervorgehoben *Erysiphe* sp. an den Blättern und Früchten von *Scandix pecten veneris* (Santa Cruz bei Oran), *Septoria Unedonis* Rob. et Desm., welche in den Wäldern von Baïnem und Terni die Blätter von *Arbutus Unedo* mit dunkeln Flecken übersäete (der Pilz von Terni steht nach der Beschaffenheit seiner Sporen in der Mitte zwischen *Septoria Unedonis* und ihrer Varietät *vellanensis* Br. et Cav.), *Haplosporella dothideoides* Sacc. auf *Chamaerops humilis* und *Fusicladiopsis conviva* Maire nebst *Urophlyctis Urgineae* (Pat. et Trab.) Maire auf *Urginea Scilla*.

Die gelben auffälligen Flecken auf den Blättern von *Arisarum vulgare* (z. B. bei Alger) und die weit verbreiteten Zweiggallen[1] am Ölbaum rühren nicht von Pilzen her, im ersten Falle ist eine parasitäre Alge, *Phyllosiphon Arisari* Kühn die Ursache, während wir es beim Ölbaum mit einer Bakterienkrankheit zu tun haben.

3. Algerische Pflanzengallen (Zoocecidien).

Von Mathilde Schneider-Orelli.

Ein grosser Teil der von mir gesammelten Gallen ist schon früher in unserm Exkursionsgebiet gefunden und mehr oder weniger eingehend beschrieben worden. So haben besonders Houard und Marchal die Zoocecidien Algeriens erforscht. Bei einigen dieser Gallen handelt es sich um Formen, die als eigentliche Kosmopoliten bezeichnet werden können, so z. B. die Wirrzöpfe an Trauerweiden, die grossen Pappelgallen, die bekannten kugeligen Rhodites-Gallen an Rosenblättern oder die auffallenden Knospengallen von *Cynips quercus-tozae* auf Eichen. Während die Erzeuger der beiden letztgenannten Gallen im Küstengebiet von Nord-Afrika so gut wie in Europa zu Hause sind, kann dies von den erwähnten Weiden- und Pappelgallen nicht behauptet werden. Zweifellos wurden hier die Gallentiere erst vor verhältnismässig kurzer Zeit mit ihren Nährpflanzen in Algerien importiert.

Wie bei uns, so sind auch in Algerien die Eichenarten vor allem als Gallenwirte zu nennen.

[1] von Tubeuf, C., Zweigtuberkulose am Ölbaum, Oleander und der Zirbelkiefer (Naturwissenschaftl. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft. 1911. p. 25).

Einige Zoocecidien treten in so ausserordentlicher Anzahl auf, dass sie ohne weiteres die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. So fanden sich in der Nähe von Aïn-Sefra die *Artemisia Herba alba*-Bestände über und über mit den auffälligen, runden, weisswollenen Rhopalomyiagallen besetzt, so hatte auch in der Umgebung der Stadt Alger *Dryomyia cocciferae* stellenweise die Blätter von *Quercus coccifera* so ausserordentlich stark befallen, dass diese nur noch unförmliche, höckerige Wülste bildeten und viele Zweige kaum ein einziges normales Blatt besassen. Andere Gallen dagegen traten nur spärlich und vereinzelt auf, so z. B. die Gallen auf *Ephedra* und besonders diejenigen auf *Zilla*.

Die schon bekannten Formen habe ich im folgenden unter Angabe des Fundortes nur aufgezählt, die neuen kurz beschrieben.

Zur Bestimmung benützte ich vor allem das ausgezeichnete Handbuch von Houard: Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du Bassin de la Méditerranée. Paris 1908—1909 nebst vielen Spezialarbeiten verschiedener Autoren. Für alle weitern Angaben und Literaturzitate verweise ich auf meine schon früher erschienene Arbeit im Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, zweite Abteilung. 32. Bd. 1912. pag. 468—477.

Herr Professor Dr. Schröter war so liebenswürdig, die Wirtspflanzen der Gallen zu bestimmen, wofür ich ihm hier meinen herzlichen Dank ausspreche.

Einige Zoocecidien sind mir von Herrn Prof. Dr. Hartwich zugeschickt worden. Ich habe sie auch in das nachfolgende Verzeichnis aufgenommen.

Ephedra fragilis Desfont. mit einer Zweiggalle; der Urheber ist eine Cecidomyide. Die Galle ist von länglicher Form, in einigen Fällen scharf von der gesunden Zweigpartie abgesetzt, in andern ist die Verdickung eine mehr allmähliche. Die jungen Gallen ohne Ausflugsöffnung sind von roter, die alten von gelber Farbe, mit einer oder mehreren seitlichen Ausflugsöffnungen. Die jungen zeigen eine geringere Dicke, sind aber von ungefähr gleicher Länge wie die alten. In den jungen Gallen fand sich eine zentrale, längliche Larvenhöhle mit 1—5 Cecidomyidenpuppen. Einige derselben standen dicht vor dem Ausschlüpfen. Standort: Djebel Mekter.

Salix babylonica L. mit Blütengallen, sog. Wirrzöpfen, von *Eriophyes triradiatus* Nal. oder einer nahe verwandten Gallmilbe herrührend. Khreider.

Populus alba L. mit Knospengallen von *Eriophyes populi* Nal. Aïn-Sefra.

Populus nigra L. mit Knospengallen von

1. *Pemphigus bursarius* L. Aïn-Sefra.

2. *Pemphigus vesicarius* Pass. Aïn-Sefra.

Quercus Ilex, L. var. ***Ballota*** Dl. mit

1. *Eriophyes ilicis* Can. Erineum, keine Deformation der Blattfläche hervorrufend. Alger.

2. *Eriophyes* spec. Erineum, die Blattfläche stark deformierend. Alger.

3. *Andricus singulus* Mayr. Blattgalle. Djebel Mekter.

Quercus Suber L. mit

1. *Eriophyes ilicis* Can. Erineum, keine Deformation der Blattfläche erzeugend. Korkeichenwald von Terni.

2. *Eriophyes* spec. Erineum, die Blattfläche stark deformierend. Korkeichenwälder von Baïnem und Terni.

3. *Dryomyia Lichtensteini* F. Loew. Blattgalle, von Herrn Prof. Hartwich im Wald von Terni gesammelt.

4. Eine alte, stark verholzte Cynipidengalle, wahrscheinlich *Synophrus politus* Hartig. Von Herrn Prof. Hartwich im Wald von Terni gesammelt.

Quercus Mirbeckii Durieu mit

1. *Eriophyes* spec. Erineum, die Blattfläche deformierend.

2. *Dryophanta* spec. Blattgalle. Wald von Terni.

3. *Andricus Panteli* Kieff. Knospengalle. Wald von Terni.

4. *Cynips quercus-tozae* Bosc. Knospengalle. Wald von Terni.

5. *Cynips Kollari* Hartig. Knospengalle. Wald von Terni.

6. *Biorrhiza pallida* Oliv. var. Mirbecki Marchal. Knospengalle. Wald von Terni, von Herrn Prof. Hartwich gesammelt.

Quercus coccifera L. mit

1. *Eriophyes* spec. Erineum (*Erineum impressum* von Rübsaamen), die Blattfläche stark deformierend. Tlemcen.

2. *Dryomyia cocciferae* Marchal. Blattgalle. Alger.

3. *Plagiotrochus ilicis* Fabr. Blattgalle. Djebel Murdjadjo bei Oran.

Suaeda vermiculata Forskhol. Zweiggalle. 3–10 mm dicke, meist unregelmässig rundliche, seltener etwas längliche Eriophyidengalle. Im Innern findet sich ein unregelmässiger Hohlraum im schwammigen Gallengewebe. In alten Gallen bemerkt man häufig eine etwas unregelmässige, kaum 1 mm breite Öffnung, die aus dem Gallenraum nach aussen mündet. Die Milben messen 100—105 μ in der Länge und 20—25 μ in der Breite. Gewöhnlich setzt sich der

Zweig oberhalb der Galle normal fort, in einigen Fällen scheint er aber zu verkümmern, so dass man glauben könnte, Stengel-Endgallen vor sich zu haben. Standort: Kleine Sebka bei Oran.

Silene rubella L. Stengelgalle. Spindelförmige Anschwellungen der Stengel-Internodien, die die zwei- bis dreifache Dicke des normalen Stengels erreichen. Ein solches Internodium enthält manchmal nur eine, oft aber zwei bis drei Larvenkammern. Der Urheber dieser Galle ist ein Käfer. Kl. Sebka bei Oran.

Clematis cirrhosa L. mit *Epitrimerus heterogaster* Nal. Blattgalle. Alger.

Zilla macroptera Cosson et Durieu. Zweiggalle. Unregelmässige, meistens rundliche, krebsartige Wucherungen von 3—8 mm Durchmesser. An jedem Höcker findet sich eine runde Öffnung von etwas weniger als 1 mm Durchmesser. Auf welchen Urheber diese Galle zurückzuführen ist, lässt sich an Hand des gefundenen spärlichen Materials nicht entscheiden. Standort: Zwischen Béni-Ounif und Figuig.

Rosa spec. mit *Rhodites eglanteriae* Hartig. Blattgalle. Alger.

Pistacia atlantica L. mit *Pemphigus* spec. Blattgalle. Am Ende der Blättchen stehen die jungen, roten Gallen zu zwei oder mehreren hinter einander. Die entsprechenden Partien der beiden Längshälften der Blattfläche legen sich nach oben zusammen und bilden auf diese Weise einen durch eine spaltförmige Öffnung nach aussen mündenden Gallenraum. Standorte: Aïn-Sefra und Udschda.

Pistacia Lentiscus L. mit *Aploneura lentisci* Pass. Blattgalle. Alger.

Tamarix spec. mit

1. *Amblypalpis Olivierella* Ragonot. Zweiggalle. Figuig und Khreider. Von Herrn Prof. Hartwich auch bei Béni-Ounif gefunden.

2. Cecidomyidengalle. Stengelgalle. Sie zeigt fast vollständige Übereinstimmung mit der in Houard beschriebenen *Psectrosema tamaricis* Stefani und unterscheidet sich davon nur durch die dünne Gallenwand. Von der *Cecidomyide* Houard Nr. 4231 unterscheidet sie sich durch ihre geringere Grösse und andere Färbung. Diese Galle wurde von Herrn Prof. Hartwich in der Oase Tiut gesammelt.

3. *Eriophyes* spec. Zweiggalle. Von Herrn Prof. Hartwich in Colomb Béchar gesammelt.

Deverra scoparia Cosson. Cecidomyidengalle. Zweiggalle von runder Form und einem Durchmesser von etwa 1 cm. Die Oberfläche ist über und über mit feinen, bis 3 mm langen Stacheln

besetzt. Die eigentliche Galle misst 4—5 mm im Durchmesser und ist aus einer grossen Zahl ovaler Einzelgallen zusammengesetzt, die dicht gedrängt mit ihrer Basis der verdickten Stengelpartie aufsitzen. Die Larvenkammern sind oval, etwa 3 mm lang und 1 mm breit. Die genaue Zahl der Kammern ist nicht leicht festzustellen, es mögen etwa 15 sein. In einigen der Einzelgallen fanden sich 2 mm lange Puppen.

Erica arborea L. mit *Perrisia ericina* F. Löw. Stengelgalle. Wälder von Baïnem und Alger.

Lycium europaeum L. mit *Eriophyes eucricotes* Nal. Blattgalle. Tlemcen.

Linaria reflexa Desfont. Käfergalle. Auffällige, blasenartige Stengelgallen von violetter Farbe. Diese Cecidien wurden an den ca. 6 cm hohen Pflänzchen bis $2\,^1/_2$ cm lang und 8 mm breit. Einige waren durch seichte Einschnürungen in mehrere Abschnitte geteilt, denen im Innern je ein Gallenraum entsprach. Andere dagegen zeigen äusserlich eine geringe oder keine Gliederung, enthielten aber doch im Innern mehrere Larvenkammern. Die 4 mm langen, fusslosen Käferlarven gehören wahrscheinlich zur Gattung *Mecinus*.

Artemisia Herba alba Asso. mit *Rhopalomyia* spec. Knospengalle. Aïn-Sefra.

Echinops spinosus L. mit *Eriophyes* spec. Blattgalle. Djebel Murdjadjo bei Oran.

4. Ethnographische und prähistorische Reiseerinnerungen

von L. Rütimeyer, Basel.

a) Die Kabylen des Djurdjura-Massivs.

Bald nach unserer Ankunft in Algier wurde die erste grössere Exkursion gemacht und zwar diejenige, welche ethnographisch am meisten versprach, indem sie uns ins Herz des Landes der Kabylen führen sollte, jenes relativ am reinsten gebliebenen Stammes des Berbervolkes, dessen Herkunft und Ursprung noch so manche ungelöste Rätsel birgt. Das Eingangstor zur grossen Kabylie bildet das Städtchen Tizzi ouzu. Eine etwas mühsame Wagenfahrt von 47 km Länge brachte uns in langen Serpentinen über die allmählich ansteigenden Höhen, deren Kulminationspunkt die jetzt noch mit Schnee bedeckte, bis zu 2308 m aufragende Kette des Djurdjura bildet, nach Michelet (1200 m), einer französischen Neu-Gründung direkt am Fusse des Djurdjura. Die Kabylie ist eigentlich ein Hochplateau, welches durch eine Menge tief eingeschnittener Täler eine reiche Gliederung zeigt. Sie wird verglichen mit einem ungeheuren Tintenfisch, dessen Kopf Fort National und dessen Arme die zahlreichen, durch tiefe Erosionsschluchten getrennten Bergkämme bilden, über deren Höhen meist die schöne Militärstrasse zieht, rechts und links die weitesten Ausblicke ins Land gewährend. Auf den höchsten Erhebungen dieser Kämme oder auch auf solchen, die den steilen Hängen entragen, sind nun die pittoresken Kabylendörfer gebaut, die vielfach mit Mauern umgeben, kleinen Festungen gleichen. Die Umgebung der Dörfer, auch die steilsten Halden, sind mit reichen Kulturen bedeckt. Die Bevölkerung ist ausserordentlich dicht und übertrifft mit 172 Bewohnern pro Quadratkilometer stellenweise selbst die von Holland.

Beim Anstieg ins Gebirge verliess ich bald unsern überfüllten Wagen, um durch Abkürzungen die nahen, fast nie direkt an der Militärstrasse gelegenen Kabylendörfer zu besuchen und zu pflücken, was etwa nicht sowohl von botanischem, sondern von ethnographischem Material am Wege blühte.

In Fort National, dem Twing Uri der Kabylie, einem kleinen, im Rechteck gebauten, mit Mauern und Türmen, vergleichbar einem altrömischen Kastrum, umgebenen Städtchen hatten wir das Militär-

und Verwaltungs-Zentrum der Kabylie erreicht. Das Fort wurde 1857 erbaut im Gebiet des kriegerischen mächtigen Stammes der Aït Iraten, welche den Widerstand gegen die erobernden Franzosen bis zur völligen Erschöpfung in blutigen Kämpfen durchführten.

Die Kabylen waren und sind noch ein ungemein freiheitsliebender Bergstamm von reinem Berberblut. Alle Völkerwellen, welche seit den ältesten historischen Zeiten, wie die Phönizier, später Griechen, Römer, Araber und Türken Nordafrika erobernd überschwemmten, vermochten diese freien Söhne der Berge nicht zu besiegen, auch die Römer nicht. Erst in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts gelang es ganzen drei französischen Divisionen, sie zu überwältigen. Noch heute hat man öfters das Gefühl, wenn man die vielfach misstrauischen, finster blickenden, düstern Gesichter der Kabylenmänner sieht, man habe es mit nur halb gezähmten Raubtieren zu tun, die nur auf günstige Gelegenheit warten, die eingedrungenen Kolonen wieder zu vertreiben.

Es wurden nun, besonders in der Umgebung von Michelet, einige jener Dörfer besucht, namentlich das sehr volkreiche stattliche Dorf Taourirt Amran. Die einzelnen Häuser sind, da die Kabylen der Dörfer meist sesshafte Bauern sind, in der Mehrzahl kleine wieder mit Mauern umgebene Gehöfte. Sehr originell sind bei manchen dieser Gehöfte die festen hölzernen Hoftore, die mit eigentümlichen en relief geschnitzten Ornamenten versehen sind. Es gelang mir, eines dieser Hoftore aus Eichenholz für die Basler Sammlung für Völkerkunde zu gewinnen und es scheint mir von Interesse meine später gemachte Beobachtung (ob sie schon bekannt ist, weiss ich nicht), dass manche dieser Ornamente in ihrer ganzen Form, einzelne auch in Détails übereinstimmen mit den Zeichen, welche Flamand auf gewissen „pierres écrites" der „période libyco-berbère" fand[1]) (Fig. 12). Sie sprechen daher auch im Sinne eines direkten ethnologischen Zusammenhanges der heutigen Kabylen mit jenen alten Berber-Künstlern der période libyco-berbère bei Beginn unserer Zeitrechnung.

Durch einen Torweg, wo auf einer Estrade von Lehm die Holzvorräte lagern, kommt man in einen kleinern oder grössern Hof, der von niedern fensterlosen Lehmhütten oder Schöpfen umgeben ist. Die neuern Häuser sind jetzt auch vielfach aus Stein gebaut und mit Ziegeln gedeckt. Das grösste, aber meist nur einstöckige Gebäude ist Wohnhaus für Mensch und Vieh im gemeinsamen Raume. Das Mobiliar einer solchen Kabylenhütte ist von unglaublicher Dürftigkeit

[1]) M. Flamand. Note sur deux «pierres écrites», dessins rupestres provenant d'El-Hadj-Mimoun. Anthropologie Bd. 8, 1897, p. 289.

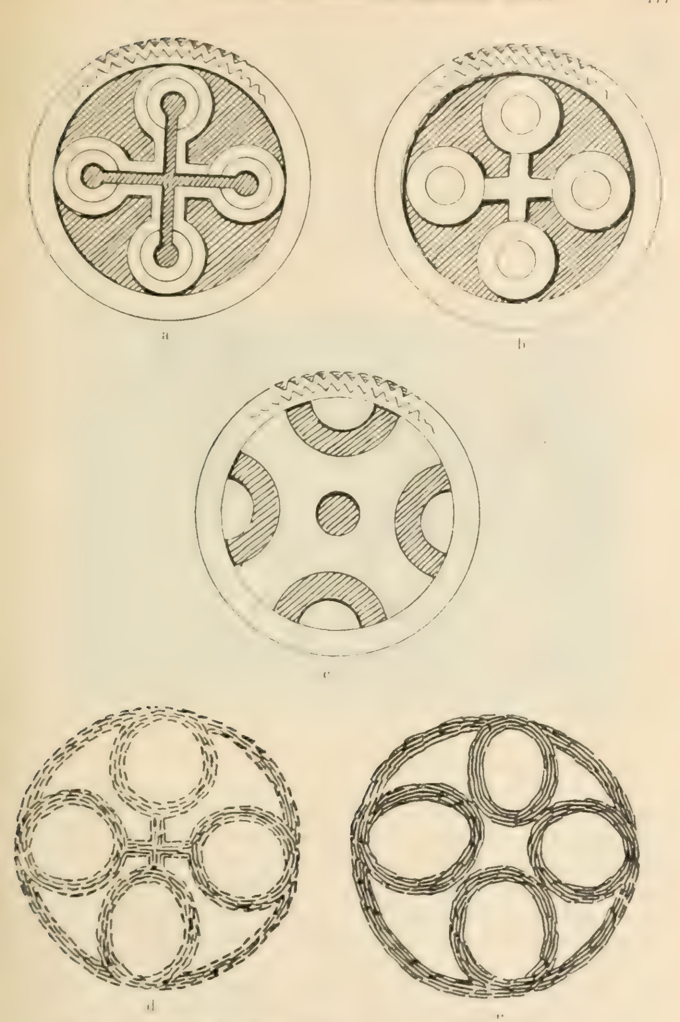


Fig. 12. Kabylische Ornamente und berberische Zeichen.
a, b und c Ornamente auf einem kabylischen Hoftor,
d und e berberische Zeichen auf „pierres écrites" (nach Flamand).

und steht wohl in bezug auf Komfort tief unter demjenigen unserer schweizerischen Pfahlbauer der Stein- oder gar der Bronzezeit (Fig. 13). Eine einzige Tür gibt Luft und Licht zu dem mit gestampftem Lehmboden versehenen Wohnraum für Mensch und Vieh. So fand ich im ersten betretenen Hause gleich links von der Eingangstüre eine Kuh, dann kamen einige ca. 1 1/2 m hohe und 1/2 m breite zylindrische Gefässe aus Ton, Getreidebehälter, entsprechend dem Pithos, wie wir ihn aus der mykenischen und altkretischen Kultur und auch aus dem spätern Altertum kennen. Es folgte eine ca. 40 cm hohe Estrade von Lehm mit einigen Decken, wo die meist zahlreiche Familie schläft, während



Phot. Geiser, Algier

Fig. 13. Intérieur eines Kabylen-Gehöftes.

das Vieh auf der Lehmdiele ruht und endlich war in einer Ecke die Herdstelle, bestehend aus einem runden Loch im Boden, umgeben von drei Steinen, auf die der irdene Kochtopf gesetzt wird. Einige weitere Geschirre, Töpfe, Näpfe aus braunrotem Ton von einfachster, an unsere Pfahlbauer-Töpferei erinnernder Form und etwa noch eine verschliessbare Kiste sind die weitere Ausstattung der Hütte; sind kleine Kinder da, so werden diese in eine höchst primitive Wiege gelegt in Form zweier sich kreuzender halbkreisförmiger Baumäste, unten mit Schnurgeflecht verbunden, auf welches das Kind auf Lumpen gelagert wird; das Ganze wird am Dachgebälk an einer Schnur aufgehängt, an der diese originelle Wiege in pendelnde Bewegung versetzt werden kann.

Hervorzuheben sind aus diesem dürftigen Mobiliar immerhin die grossen, über 1 m hohen doppelhenkligen Krüge aus rotem Ton mit schwarzer Bemalung, welche in ihrer prächtigen Form antiker Amphoren, wenn sie von einem hübschen Kabylenmädchen, das darin Wasser zum Dorfe bringt, graziös auf Kopf oder Schulter getragen werden, ein Bild von wahrhaft klassisch antikem Reize bieten. Leider kommen wie überall die schönen alt-einheimischen Geräte bei primitiven Völkern auch diese Amphoren je länger je mehr ausser Gebrauch, indem sie durch hässliche Petroleum-Blechkisten ersetzt werden.

Die Töpferei, welche von den Frauen ausgeübt wird, war früher mit ihren hübschen Mustern in matt getönten Farben zu einer Art von Kunstblüte gelangt, die aber verloren ist trotz des Versuches ihrer Wiederbelebung im Fort National. Die schönen Stücke der alten Töpferkunst kann man im Museum von Algier bewundern; in den besuchten Dörfern gelang es mir, ein einziges Stück dieser alten Pottery aufzutreiben.

Sehr originell ist ferner bei den Frauen und Mädchen der Kabylen der Schmuck, besonders die Fibeln, mit denen sie nach Art des klassischen Altertums und der europäischen Eisen- und Bronzezeit ihre Gewänder bestecken. Bei vermöglicheren besteht dieser Schmuck vielfach aus Silber und ist mit Email und Cloisonné-Arbeit wirklich geschmackvoll verziert. Ein beliebtes Schmuckstück sind Colliers, aus wohlriechenden Gewürznelkenstengeln und Glasperlen konstruiert. Weiterer Schmuck sind Ringe für die Ohren, mannigfaltiger Stirn- und Brustschmuck in Form hübscher Gehänge, Spangen für Arme, Unterschenkel und Knöchel. Originell ist eine kleine silberne Fibel, die von den Frauen in so grosser Anzahl am Kopftuche getragen wird, als die Frau Knaben hat, Mädchen zählen hiebei nicht.

Diese Wertschätzung des männlichen Geschlechtes kam auch auf originelle Weise zum Ausdruck, als bei der Frage, wieviel Einwohner ein offenbar sehr stark bevölkertes Dorf habe, angegeben wurde, zweihundert. Auf den Einwand, das sei ja ganz unmöglich, es müssten weit mehr sein, wurde entgegnet, die Frauen und Kinder zählen nicht. Hier schimmert also die alte Gewohnheit durch, nur die waffenfähigen Krieger des Stammes mitzuzählen.

Was nun das Aussehen der Kabylen als Bevölkerung anbetrifft, so hatten wir bei Gelegenheit einer Gerichtsverhandlung in Michelet, bei der über 100 Männer aus der ganzen Umgebung zusammenberufen wurden, sowie bei Anlass eines grossen Wochenmarktes in Fort National reichliche Gelegenheit, diese Berber uns genauer anzusehen.

Auffallend ist, um dies vorwegzunehmen, wenn man aus mohammedanischen Landen kommt, dass die Frauen der Kabylen im Gegensatz zu denjenigen der Araber nicht verschleiert sind. Die Stellung der Frau war von jeher eine ganz andere bei den Kabylen als bei den Arabern, eine weit einflussreichere. Die Frau spielte früher in den eigentümlichen republikanischen Gemeindeverfassungen der Kabylendörfer, der Dschemaa, oft eine entscheidende Rolle. Auch sind die Ehen meist monogam. Die jungen Kabylen-Frauen und Mädchen bieten mit ihrer hellen Gesichtsfarbe und den kleinen koketten blauen Tätowierungen auf Kinn und Stirne, ihren oft graziösen



Fig. 14. Junger Kabyle mit Kabylendorf (März 1910).

Gestalten, behangen mit ihrem Schmuck, einen oft sehr hübschen Anblick. Die Kleidung der Kabylen-Frauen besteht aus zwei hemdartigen, oft farbigen Überwürfen, einem Shawl als Gürtel und einem bunten Kopftuch; leider wird sie je länger je mehr verdrängt durch europäische hässliche Kleidungsstücke.

Auch die Männer bieten in ihren weissen Burnussen, wie sie gemessenen Schrittes einhergehen, einen würdigen Anblick (Fig. 14). Bei der männlichen Bevölkerung, die wir sofort in hell- und dunkelhaarige scheiden können, fiel uns auf, wie die ersteren mit ihren hellen, resp. sonngebräunten Gesichtern (die Haut der Kabylen, auch der Männer, ist an den von der Kleidung bedeckten Stellen weiss, die Bräunung ist nur Folge der Insolation) und in ihrer ganzen Erscheinung oft

so ganz unserer einheimischen bäuerlichen Landbevölkerung glichen. Sie repräsentierten vielfach (abgesehen von der Kleidung) gar nicht einen „exotischen" Volksstamm, sondern man gewahrte oft die wohlvertrauten Gesichtszüge unsers heimischen oder deutschen Bauern. Andere freilich mit dunkeln Haaren glichen dann wieder mehr Süditalienern oder Spaniern. Die berühmten blauäugigen und rothaarigen Kabylen scheinen hier nicht allzuhäufig zu sein; ich konnte wenigstens unter den etwa 100 Männern bei der Gerichtssitzung nur einen Mann mit schönen blauen Augen und blondem Haar, sowie einen ebensolchen ca. 10jährigen Knaben konstatieren. Wohl aber gibt es sehr viele mit grauen oder graublauen Augen und rötlichem oder hellbraunem Haar und Bart. Die Gestalten sind meist gesund und kräftig, viel gedrungener als die der reinen Araber. Grössere Statistiken geben den Prozentsatz der schwarzhaarigen Kabylen, die etwa in ihrer Physiognomie durchaus den Süd-Europäern gleichen, auf ca. 87 % an, der hellbraunen und blonden, wie ich der Zusammenstellung von Lissauer[1] entnehme, auf ca. 13 %. Im Aurès soll die Zahl der blonden Kabylen ca. 10 %, im Rif sogar 1/3 der Bevölkerung betragen.

Dieses eigentümliche, auf der Höhe seiner Berge sesshafte, freiheitsliebende Volk bietet anthropologisch und ethnologisch ein hohes Interesse. So sehr von einer Menge von Autoren seine Herkunft diskutiert ist, darin sind alle einig, dass wir hier in relativ ursprünglicher Reinheit eine Rasse sehen, deren Ahnentafel in tiefe vorgeschichtliche Vergangenheit, viele Jahrtausende zurückreicht: wir dürfen diese Kabylenstämme, um ein geologisches Bild zu gebrauchen, wohl als einen von späteren Sedimenten nicht bedeckten Völker-„Horst" ansehen. Von den meisten Forschern wird angenommen, dass die schwarzhaarigen und die blonden Kabylen resp. Berber schon seit dem grauesten Altertum eine gemeinsame Rasse bilden. Die dunkeln werden vielfach mit den Libyern des Herodot identifiziert, er nennt sie[2]) „die gesündesten aller Menschen, die ich kenne" und rühmt ihre lange Lebensdauer, die bei den Tuareg, ebenfalls einem Berberstamme der Sahara, heute noch vielfach im Mittel 80 Jahre beträgt; Duveyrier berichtet von 120—150jährigen Tuaregs. Auf den altägyptischen Denkmälern von Medinet Habu aus dem 14. Jahrhundert v. Chr. sind solche blonde und blauäugige Libyer deutlich abgebildet. Diese tragen, worauf Weissgerber[3]) aufmerksam

[1]) A. Lissauer. Archäolog. und anthrop. Studien über die Kabylen. Zeitschrift für Ethnologie 1908, p. 518.

[2]) Herodot I. 4. 187.

[3]) H. Weissgerber, Les Blancs d'Afrique. Paris 1910, p. 29.

macht, eine eigentümliche Haartracht mit einer über die Schläfe herunterhängenden langen Locke, die heute noch von den Amazig-Berbern des Rif getragen wird. Mehrere Autoren nehmen nun an, dass die älteste Schichte der braunen Berber jene alten Libyer seien, also ursprünglich wohl Hamiten, die sich mit eingewanderten Südeuropäern, vielleicht den vorgeschichtlichen Höhlenbewohnern Südfrankreichs und Spaniens mischten. Dazu kam dann eine nordeuropäische blonde Einwanderung. Lissauer[1]) wieder nimmt an, dass die braunen Berber in früher prähistorischer Zeit wohl aus der iberischen Halbinsel einwanderten, also zur weissen Mittelmeerrasse gehören. Diese hätten dann die in Nordafrika ansässigen Autochthonen, Hamiten und Neger nach Süden vertrieben und dann als spätern, aber noch tief vorgeschichtlichen Einschlag, eine nordeuropäische Einwanderung in ihre Rasse aufgenommen. Die blonden, blauäugigen Kabylen resp. Berber können unmöglich, wie man das etwa liest, von den Vandalen abstammen, da diese in kurzer Zeit nach ihrer Invasion in Nordafrika vernichtet wurden und blauäugige Nordafrikaner, wie schon erwähnt, von den Ägyptern 1400 Jahre v. Chr. und von mehreren klassischen Autoren bezeugt sind.

Nach neuesten Befunden von Schädeln und Skeletten, die Pallary[2]) und Doumergue in der Grotte du Polygone, in den ältesten neolithischen Schichten, dem Maurétanien des cavernes, etwa dem französischen Tardenoisien entsprechend, machten, gehören, wie ich den mündlichen Angaben dieser Forscher entnehme, die dort gefundenen menschlichen Schädel und sonstigen Knochenreste einer negroiden Rasse an, was auch Brocca bestätigte. Noch ältere menschliche Reste aus paläolithischer Zeit sind bis jetzt in Nordafrika nicht nachgewiesen worden.

Suchen wir das tatsächliche und hypothetische Material über die Schichtenfolge der Bevölkerungen dieses Teiles von Nordafrika in einem Gesamtbilde zu vereinigen, so könnte dies sich folgenderweise gestalten:

A. Prähistorisch.

1. Älteste Autochthonen, negroide Höhlenbewohner von Oran, frühste Neolithik.

2. Spätere Neolithiker. Hamiten oder Äthiopier im Sinne Herodots.

3. Einwanderer der weissen Mittelmeerrasse in Nordafrika, welche die Autochthonen und Hamiten nach Süden vertrieben, sich

[1]) C. c. p. 525.

[2]) Vergl. P. Pallary. Instructions pour les recherches préhistoriques dans le Nord-Ouest de l'Afrique, Alger 1909, p. 96.

wohl auch mit ihnen vermischten und ihre Sprache annahmen, die heutige Berbersprache Tamazirt, verwandt mit Somali, die bei den Berbern von ganz Nordafrika und der Sahara gebräuchlich ist. Für eine solche Verdrängung von hamitischen Völkern nach Süden sprechen auch in neuester Zeit nachgewiesene kultische Gebräuche und Traditionen aus dem Nigergebiet, die hamitische, ja semitische Anklänge haben und bis nach Alt-Ägypten und ins alte Euphrattal zu weisen scheinen[1].

4. Nordeuropäische Invasion blauäugiger Blonder, die mit der vorigen Kategorie verschmolzen und die ihrer Herkunft klimatisch am meisten entsprechenden Höhen besiedelten. Aus Nr. 3 und 4, wohl noch mit den Residuen der Hamiten und Autochthonen, würde sich die Rasse der Berber entwickelt haben, also in der Tat vorwiegend prähistorischer, europäischer Provenienz sein.

B. Historisch.

Um diesen relativ rein gebliebenen Völkerhorst der Berber resp. Kabylen brandeten dann die über Nordafrika historisch nachweisbaren Völkerwellen, von den Phöniziern, Persern, Medern, Griechen, Römern, Vandalen, Byzantinern bis zu den Arabern, Türken, Franzosen, Italienern und Spaniern, deren Blut und die selbst heute noch das bunte nordafrikanische Völkergemisch zusammensetzen.

b) Felszeichnungen — „pierres écrites“ im Süd-Oranais.

Im Süd-Oranais hatten wir wiederholt Gelegenheit, die berühmten Felszeichnungen zu sehen, die sogen. „pierres écrites“, deren Existenz schon zu einer grossen Literatur geführt hat und noch (wie Flamand angibt) manche Rätsel birgt. Die ersten dieser „gravures rupestres“ wurden entdeckt 1847 durch Hauptmann Koch und Dr. Jacquot in Tiout und Mograr, im Süden von Marokko fand sie 1876 Duveyrier; in den 80er Jahren wiesen im äussersten algerischen Süden, wo überhaupt die schönsten Zeichnungen vorkommen, Hamy und Bonnet weitere nach, so letzterer 1889 die Zeichnungen am Dschebel Mahisserat bei Aïn-Sefra. Ganz besondere Verdienste erwarb sich um deren Nachweis und Erforschung Prof. Flamand in Algier, der die Freundlichkeit hatte, mich persönlich auf das von uns zu sehende aufmerksam zu machen. Flamand fand 1890—91, als er bei Anlass der Anlage der geologischen Karte längere Zeit im Süd-Oranais war, mehr als 20 neue Stationen.

---

[1]) Vergl. Desplagnes, Le plateau central nigérien, Paris 1907, p. 278.

Diese Zeichnungen stellen meist Tiere dar, die ältesten solche wie Löwe, Panther, Hyäne, Schakal, Elephanten, Rhinozeros, Giraffe, Büffel, Zebra, Strauss, die in diesen Landstrichen grösstenteils längst ausgestorben sind, auch unter den jetzigen klimatischen Verhältnissen nicht mehr hier ihr Fortkommen finden könnten; solche jüngeren Datums zeigen berberische Inschriften und Zeichen, sowie jetzt noch hier lebende Tiere wie das Kamel. Noch spätere Inschriften sind arabisch und ganz moderne sind französisch. Diese verschiedenen Kategorien unterscheiden sich nicht nur in bezug auf die dargestellten Objekte, sondern auch in der Art ihrer Ausführung scharf voneinander.



Phot. Prof. Flamand

Fig. 15. „Pierres écrites", Dschebel Mahisserat bei Aïn Sefra.

Sie wurden von Flamand und den meisten andern französischen Forschern getrennt in 3 Kategorien, in

1. die eigentlichen dessins préhistoriques;
2. dessins et inscriptions libyco-berbères;
3. inscriptions arabes.

Kategorie 1 zeichnet sich aus durch eine sichere, ja elegante Linienführung der Umrisse der dargestellten Tiere, die oft an die künstlerische Sicherheit und Wahrheit der Darstellung in unseren paläolithischen europäischen Höhlen mahnt (Altamira, Vézère etc.). Die Umrisslinie selbst und die Steinoberfläche neben derselben zeigen die gleiche schwarzgraue Patina. Bei jeder dieser Stationen, seien es nun glatte Felswände, einzelne Felstrümmer oder eigentliche abris sous roche finden sich neolithische Stationen mit reichlichen Silex-Instrumenten und polierten Äxten. Eine menschliche Darstellung in Ksar el Ahmar (Cercle de Géryville) zeigt in schönster

Weise eine neolithische Axt in Fassung, wie solche vielfach in unmittelbarer Nähe der pierres écrites gefunden worden sind. Da auch die Fauna eine jetzt hier meist ausgestorbene ist, die, wie erwähnt, ganz andere Lebensbedingungen erfordert, wie Wasserläufe und Seen an Stelle der jetzt hier vorhandenen Fels- und Sandwüste, so wird von den meisten Forschern jenen neolithischen Künstlern resp. ihren Werken ein relativ weit zurückliegendes, prähistorisches, postdiluviales Alter zugeschrieben. Der dargestellte Elephant ist übrigens nicht der jetzige afrikanische Elephant, sondern wahrscheinlich eine ausgestorbene Spezies, der numidische, der Kriegselephant der



Phot. P. Nipkow, cand. pharm., Stäfa

Fig. 16. „Pierres écrites" bei der Oase Tiout.

Karthager. Er unterscheidet sich vom heutigen afrikanischen Elephanten namentlich durch seine viel kleineren Ohren. Der mehrfach dargestellte, mit ungeheuern Hörnern versehene bubalus antiquus ist ebenfalls schon längst ausgestorben. Er wurde fossil nachgewiesen bei Djelfou (Hauts Plateaux) und bei Algier. Allerdings sagt Gautier, dass dieser Büffel vielleicht noch in einem Text von Strabo zu erkennen sei und also noch zur Zeit des numidischen Elephanten gelebt habe.

Menschliche Darstellungen finden sich auf diesen Zeichnungen der ältesten Kategorie relativ wenige. Sie weisen wie die spärlichen Zeichnungen menschlicher Figuren unserer paläolithischen europäischen

Höhlen (Altamira, Höhlen der Vézère etc.) die bemerkenswerte Eigentümlichkeit auf, dass sie im scharfen Gegensatz zu den vorzüglich gezeichneten Tierfiguren äusserst roh, wie Zeichnungen kleiner Kinder sind, während die Hand desselben Künstlers so meisterhaft das charakteristische Bild eines Tieres hinzuwerfen wusste. Wir hatten gerade bei Tiout Gelegenheit, einige sehr typische zu sehen, so nackte Figuren mit Pfeil und Bogen und vielfach ins ungeheuerliche übertriebenen phalli, wie Abbildung Fig. 16 zeigt. Besonderes Interesse bieten uns zwei kleine menschliche Figuren an der Felswand von Tiout dar (siehe Fig. 17), die in sitzender Stellung die eine in der Hand, die andere anscheinend vom Kopf ausgehend einen oben etwas gekrümmten Stab tragen. Flamand[1]) sagt darüber: „deux personnages tiennent des sortes de houes qui correspondent à l'emmanchement habituel de ces haches.“ Er betrachtet sie also als Stiele von Steinäxten, ähnlich wie bei der Figur von Géryville, nur fehlt hier die an den terminalen Hacken festgebundene Steinklinge. Diese Erklärung erscheint mir nicht gerade plausibel, warum sollten nur Stiele und nicht die ganzen fertigen Äxte dargestellt werden so gut wie in Géryville? Weit wahrscheinlicher scheint mir ein sehr interessanter Erklärungsversuch dieser Figuren, den mir Prof. Hartwich in Zürich, Mitglied unserer Expedition, brieflich mitteilte. Er wirft nämlich die Frage auf, ob diese Stöcke nicht Wurfstöcke seien, mit denen die damaligen Neolithiker Vögel und kleines Wild getötet hätten. Diese Erklärung erscheint ausserordentlich plausibel. Wurfhölzer und Wurfkeulen, Bumerangs verschiedener Form gehören zu den menschlichen Urwaffen und werden je länger je öfters als Relikte aus ältestem Kulturgut heute noch nachgewiesen. So ist auch der Stock der Berber im Süd-Oranais, die Matraque[2]) ursprünglich eine Wurfkeule und vor wenigen Wochen sah ich im Peloponnes eine Art Keulenstock, *Μαγγοῦρα* genannt, der mich sofort an das altgriechische Lagobolon[3]), ein Wurfholz erinnerte. In der Tat wurde mir gesagt, dass die Mangura von den Bauern und Hirten als Wurfholz zum Erlegen von Vögeln und Hasen heute noch gebraucht werde. Das „Wurfholz“ der kleinern Figur in Tiut gleicht in seiner Form auch durchaus einer von mir beschriebenen Wurfkeule aus Nigeria[4]). Es scheint mir also, dass die von Hartwich angeregte Erklärung dieser Geräte derjenigen von Flamand unbedingt vorzuziehen ist.

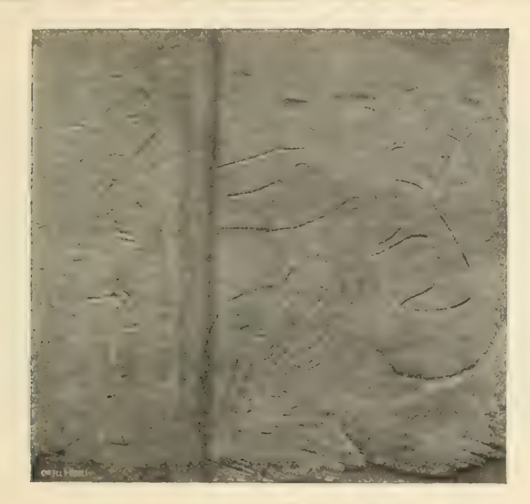
[1]) M. Flamand. Note sur les stations nouvelles ou peu connues de pierres écrites du Sud-Oranais. L'Anthropologie Vol. 3 1892, p. 151.

[2]) L. Rütimeyer. Über einige altertümliche afrik. Waffen und Geräte und deren Beziehungen zur Prähistorie. Zeitschr. für Ethnologie 1911, p. 248.

[3]) Vergl. Virchow Zeitschr. für Ethnologie 1894, p. 119.

[4]) l. c.

Ein weiteres interessantes Objekt jener Kategorie der ältesten Steinzeichnungen ist auch der von Flamand an verschiedenen Stationen nachgewiesene „Widder mit der Sonnenscheibe", der auch unter den Felszeichnungen der von uns besuchten Station des Col de Zenaga bei Figuig vorkommt, in Form einer weit sichtbaren 1 m langen Widderfigur, die auf dem Kopf eine Scheibe trägt, über der eine schlangenähnliche Figur (Uräusschlange?) hervorragt[1]). Gautier[2]) misst dieser eigentümlichen Zeichnung einen religiöskultischen Wert bei. Die Diskussion hierüber ist noch nicht ge-



Phot. Prof. Dr. R. Scharfetter, Graz

Fig. 17. „Pierres écrites" bei Tiout.
2 kleine menschliche Figuren mit „Wurfhölzern".

Leider kommt auf dieser Abbildung die Form der zwei Figuren mit ihren „Wurfhölzern" viel weniger scharf zur Anschauung als auf der Original-Photographie.

schlossen; manche Forscher sehen in dieser interessanten Tiergestalt einen primitiven Ammon-Cult, von dem es allerdings völlig unbekannt ist, ob derselbe von Libyen nach Ägypten oder schon im neolithischen Altertum von Ägypten nach Libyen ausstrahlte (Flamand).

Kategorie 2. Dessins et inscriptions libyco-berbères, bietet weniger Interesse als No. 1. Die Zeichnungen sind viel weniger

[1]) Vergl. Pallary l. c.

[2]) F. Gautier. Gravures rupestres Sud-Oranaises et Sahariennes. Anthropologie 1904, Bd. 15.

vollendet durchgeführt, nicht mit festem, scharfem Umriss, sondern meist in nur punktierten Umrissen (pointillé), allerdings auch wie No. 1 mit Steininstrumenten gemacht. Die hier dargestellten Tiere, die oft die schönen Figuren der ersten Kategorie regellos überschneiden, sind heute noch hier lebend: Antilope, Mouflon, Pferd, Kamel. Öfters sind hier die typischen „numidischen Reiter" mit rundem Schild und drei Lanzen dargestellt. Man unterscheidet sie auf den ersten Blick von den alten durch die fehlende Patina der Umrisse, welche die rötliche Farbe des Gesteins zeigen und das unkünstlerische schematisierende der ganzen Zeichnung. Dabei finden sich oft berberische Inschriften und eigentümliche kreuzartige und



Phot. Prof. Dr. R. Scharfetter, Graz

Fig. 18. „Pierres écrites" in Tiout.

andere ornamentartige Figuren[1], auf deren frappante Ähnlichkeit mit den eingeschnitzten Ornamenten der heutigen Hoftore der Kabylen oben schon hingewiesen wurde. Diese Kategorie ist viel jüngern Datums. Das Auftreten des Kamels, welches etwa am Ende des dritten Jahrhunderts n. Chr. von Arabien in Afrika eingeführt wurde, erlaubt eine Zeitbestimmung. Flamand und andere trennen diese Kategorie in zwei Gruppen, in eine ältere protohistorische mit Inschriften von archäischem Charakter und eine jüngere, ungefähr mit unserer Zeitrechnung beginnende. Aber beide sind durch einen tiefen Hiatus getrennt von den neolithischen Künstlern der alten Tierzeichnungen.

[1] Vergl. M. Flamand. Note sur deux pierres écrites d'El-Hadj-Mimoun. Anthropologie Bd. 8. 1897, p. 287 und 289.

Diese libyco-berberischen Inschriften und Zeichnungen sind in einer Menge von Stationen (über 50) nachgewiesen und gehen viel weiter nach Süden in die Sahara, besonders in die Gebiete der Tuareg hinein als Kategorie 1, die in der eigentlichen Sahara sehr selten vertreten ist, so z. B. in Timissao. Auch in Tibesti hat Nachtigal[1]) Tierzeichnungen auf Felsen gefunden, die wohl der zweiten Kategorie angehören.

Kategorie 3. Arabische oder gar französische Inschriften, die leider öfters die alten schönen Tierzeichnungen verunstalten, interessieren uns hier weiter nicht.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass Gautier[2]) in seinem vortrefflichen Buche über die algerische Sahara den alten Zeichnungen mit grau-schwarzer Patina kein so hohes Alter zuweist wie die meisten andern Forscher und jedenfalls ihre Entstehung in quaternärer Zeit als unbewiesen aussieht. Gautier weist überhaupt beide Kategorien den Berbern zu; auch die alten seien nicht d'une antiquité extrêmement „lointaine“ und glaubt in der Sahara Übergänge beider nachgewiesen zu haben. Er glaubt das Verschwinden der Kategorie 1 erst auf die Zeit der christlichen Aera festsetzen zu sollen und bringt die so viel schlechtere Ausführung der Zeichnungen von Kategorie 2 mit der ziemlich rezenten Dekadenz der Steintechnik in Nordafrika in Beziehung, der auch die Dekadenz der Gravierkunst folgte. Jedenfalls betont er, es seien auch die alten Zeichnungen nicht in zeitliche Parallele zu bringen mit unsern europäischen paläolithischen Höhlenzeichnungen der Mammut-Zeit. Mag dem nun sein wie ihm wolle, so scheint mir doch sehr beachtenswert, dass die Darstellung von in diesen Gebieten längst ausgestorbenen Tieren wie Elephant und Rhinozeros (ob auch Nilpferd sicher nachgewiesen, ist mir unbekannt) eine vom heutigen Klima so bedeutende Differenz bedingt, dass wir immerhin auf die neolithische Frühzeit Nord-Afrikas zurückgreifen dürfen.

[1]) G. Nachtigal. Sahara und Sudan. Berlin 1879. Bd. 1, p. 307.

[2]) E. F. Gautier; Missions au Sahara. Sahara Algerien. Tome 1. Paris A. Colin, 1908.

Literatur.

I. Reisewerke und Belletristik.

Baedeker, Mittelmeer (1909), S. 175—343.
Desor E., Aus Sahara und Atlas. Vier Briefe an J. Liebig. Wiesbaden. C. W. Kreidel 1865. (Über Dattelbau, artesische Brunnen, prähistorische Denkmäler, Wüstenbildung).
Fischer Theob. Mittelmeerbilder. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin (1906). Abschn. V: Die Atlasländer S. 278—480.
Joanne (Guide) — Algérie et Tunisie. Paris, Hachette & Cie. 11 cartes et 23 plans (1906).
Kobelt W., Reiseerinnerungen aus Algerien und Tunis. 480 S. Frankfurt a. M. 1885.
Martins Ch., Von Spitzbergen zur Sahara. 2 Bde. Jena 1868.
Philippson A., Das Mittelmeergebiet. Leipzig 1904.
Schneller L., Bis zur Sahara. Welt- und kirchengeschichtliche Streifzüge durch Nordafrika. Leipzig 1905.
Schwarz Bernh., Algerien (Küste, Atlas, Wüste) nach 50 Jahren französischer Herrschaft. Leipzig. P. Frohberg (1881).
Stähelin A., Algerien und Marokko, mit 5 Karten, 441 S. (1891).
Wahl Maurice, L'Algérie. Ed. 4, 1 vol. in 8⁰, 450 p. F. Alcan, Paris 1904.

II. Kulturgeschichte.

Boeswillwald, Cagnat et Ballu Timgad. Une cité africaine sous l'Empire romain. Paris 1905. (Prachtwerk).
Doutté E., Magie et Religion dans l'Afrique du Nord. Alger (1909).
Faidherbe et Topinau, Instruction sur l'Anthropologie de l'Algérie.
Gautier E. F., Missions au Sahara. Sahara Algérien. Paris 1908.
Gsell, Les monuments antiques de l'Algérie. 2 vol. Paris 1901.
Hanotau A. et Letourneux A., La Kabylie et les coutumes kabyles, Ed. II, T. I (1893) Paris, Aug. Challamel.
Hlamy, La Tunisie au debut du XXe Siècle. Paris 1904.
Kühnel E., Stätten der Kultur: Algerien. — Leipzig.
Lissauer A., Archäologische und anthropologische Studien über die Kabylen. Zeitschrift für Ethnologie (1908), p. 501 ff.
Masqueray, Formation des cités chez les populations sédentaires de l'Algérie. Paris 1886.
Pallary P., Instructions pour les recherches préhistoriques dans le Nord-Ouest de l'Afrique. Alger 1909.
Rütimeyer L., Über einige altertümliche afrikanische Waffen und Geräte und deren Beziehungen zur Prähistorie; darin „Steinstössel v. Figuig“ und „Wurfkeule der Araber und Berber“. Zeitschrift für Ethnologie (1911), S. 255/256.
Weissgerber H., Les Blancs d'Afrique. Paris 1910.

III. Karten, Atlanten.

Atlas archeologique de l'Algérie 1902/08 in 1 : 200,000.

Carte de l'Algerie in 1 : 200,000, publiee par le Service géographique de l'Armée, mit Höhenkurven von 50 m Aequidistanz.

Carte géologique de l'Algérie par M. Ficheur. Ed. III (1900); 1:800,000.

Cartes provisoires in 1:200,000 (für den grössten Teil des Südens), publiees par le Service géographique de l'Armée.

Drude O., Atlas der Pflanzenverbreitung (Abt. V v. Berghaus' Physikal. Atlas), Karten Nr. IV u. VI (1887).

Pelet, Atlas des colonies françaises. A. Colin, Paris, p. 7—20, Karten 2, 3 und 7.

IV. Klimatologie.

Fischer Th., Studien über das Klima der Mittelmeerländer. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 58 (1879).

Hann J., Handbuch der Klimatologie. Ed. II, Stuttgart (1897) Bd. III S. 28, 67—69; ed. III (1911) Bd. III Algerien S. 63—78, Tunesien S. 78—81.

Knoch, Die Niederschlagsverhältnisse der Atlasländer; Jahresbericht des Frankfurter Vereins für Geogr. u. Statistik Bd. LXX (1905/06).

Leiter H., Die Frage der Klimaänderung während geschichtlicher Zeit in Nordafrika. — Abhandl. der K. K. geogr. Ges. in Wien. VIII. Band. Wien 1909.

V. Florenwerke.

Battandier et Trabut, Flore de l'Algérie. Alger et Paris Ad. Jourdan, Bd. I (Dicotyl.) 825 S., 1888—90; Bd. II (Monocotyl.) 256 S., 1895; Lichens, Algues, Diatomées 1896—97, 270 S.; Gymnospermes, Ptéridophytes, Mousses, Hepatiques, Characées. Suppl. aux Phanérogames 1910, 90 S.

Battandier et Trabut, Flore analytique et synoptique de l'Algérie et de la Tunisie, 1 vol. 460 p. Paris, Alger 1902. (Handliche Exkursionsflora!)

Bonnet et Barratte, Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie. Paris 1896, 519 S.

Munby, Flore de l'Algérie (1847).

VI. Ganz Algerien und zum Teil auch die Nachbargebiete umfassende botanische Literatur.

Battandier et Trabut, Extrait d'un rapport sur quelques voyages bot. en Algérie pendant les années 1890 et 1891. — Bull. soc. bot. de France XXXIX (1892).

Battandier et Trabut, L'Algérie. Le sol et les habitants. Vol. in 12°. J. B. Ballière, Paris (1898) 360 S.; besonderes Kapitel II—V.

Bernard et Ficheur, Les régions naturelles de l'Algérie (Annales de Géographie, T. XI (1902).

Cosson E., Itineraire d'un voyage botanique en Algerie exécuté en 1856. Bull. soc. bot. de France III (1856), IV (1857).

Cosson E., Considérations génerales sur l'Algérie, etudiée surtout au point de vue de l'acclimatation. Bull. soc. bot. de France IX (1862), p. 498—507.

Cosson E., Le regne végetal en Algérie. Revue sc. et conférence de l'assoc. sc. de France à la Sorbonne 3. III. 79, 75 S., 2e Serie VIII (1879), p. 1205—1217.

Cosson E., Compendium florae atlanticae. I. Note sur la division de l'Algérie en régions naturelles, sur les limites et les caractères de ces régions, Paris 1881, mit 1 Karte.

Cosson E., Rapport sur un voyage botanique en Algérie, d'Oran au Chott-el-Chergui entrepris en 1852. Ann. sc. nat Bot. 3e Serie XIX, p. 83—140 (1853), 4e Serie I (1854), S. 61—82.

Engler A., Das mediterrane Afrika mit der angrenzenden Sahara, in A. Engler und O. Drude, Vegetation der Erde. IX, Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seine tropischen Gebiete, Bd. I, Hälfte 1 (1910), S. 4—50, Fig. 1—38, Tab. VI bis VIII.

Flahault Ch., Rapport sur les herborisations de la société (Herb. dans l'Oranie) en avril 1906. — Bull. soc. bot. de France, T. LIV (1907), p. LXXXVIII—CLXXIX, mit 63 Fig. auf 24 Tab. und einem Profil.

Koch Max, Beiträge zur Kenntnis der Höhengrenzen der Vegetation im Mittelmeergebiet. Halle 1910.

Rikli M., Lebensbedingungen und Vegetationsverhältnisse der Mittelmeerländer und atlantischen Inseln. 171 Seiten gr. 8°, mit 32 Tafeln, 27 Abbildungen und 5 Karten im Text. Jena 1912.

Statistique générale de l'Algérie, Années 1905/1909, erschienen in Algier 1906/1911.

Trabut L., Les régions botaniques et agricoles en Algérie. Revue scientifique 1881.

Trabut L., D'Ora à Mècheria, 36 p. (1887).

Trabut L., Les zones botaniques en Algérie. Association française pour l'avancement des sc.; Congrès d'Oran (1888) 10 S.

Tschihatchef P., de, Spanien, Algerien und Tunis; Briefe an Michel Chevalier, Leipzig (1882).

VII. Litoralgebiet und Tell-Atlas.

Battandier, M. A., Excursion botanique dans la région de l'Ouarsenis. Bull. soc. bot. de France XL (1893), S. 259—264.

Debeaux M. O., Flore de la Kabylie du Djurdjura. Paris (1894).

Debeaux M. O., Les régions botaniques de l'arrondissement d'Oran. Bulletin d. l. soc. d'hist. nat. de Toulouse. Paris 1890.

Doumergue F., Herborisations oranaises. Revue de Bot. (1890), Tome VIII, Toulouse, p. 339—391.

Flahault Ch., Rapport sur les herborisations de la société l. c. p. XCI—CXXIV.

Hanoteau et Letourneux, La Kabylie et les coutumes kabyles, 3 vol. Paris 1872.

Lapie G., Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Revue de géogr. annuelle, T. III (1909), 154 S., 3 Karten. Paris, Ch. Delagrave.

Mathey, Un coin de l'Oranie. Maquis, broussailles et forêts. Annales de la Sc. agronomique française et étrangère 1909, T. I u. II, 198 S.

Murbeck, Contributions à la connaissance de la flore du nord-ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. Acta reg. Soc. physiogr. Lund VIII (1897), IX (1898).

Schibler W., Die algerischen Alpen (Jahrb. S. A. C. Jahrg. 45 (1910), S. 119—136 (Djurdjura u. Aurès.)

Trabut L., De Djidjelli aux Babors par les Béni Foughal. Bull. soc. bot. de France, T. XXXVI (1889), S. 56—64.

VIII. *Hochsteppen (Chotts).*

Doumergue F., Les hauts plateaux de l'Ouest au point de vue botanique. Assoc. franc. pour l'Avancem. des Sc.; Congrès de Carthage. 30 p. (1896).

Matthieu M. et L. Trabut. Les hauts plateaux Oranais. Rapport de mission. 94 p., 1 carte. Alger (1891). Fontana et Cie.

IX. *Nordrand der Sahara.*

Ascherson P., Die aus dem mittleren Nordafrika bekannt gewordenen Pflanzen in G. Rohlfs, Kufra (1881). Abschnitt VII, S. 462—501. Hauptquelle für zentrale Saharaflora.

Battandier J. A., Les plantes sahariennes souffrent-elles plus que les autres de la sécheresse? Bull. soc. bot. de France, T. LVI (1909), S. 526—530.

Battandier J. A., Sur quelques Salsolacées du Sahara algérien. Bulletin Soc. bot. de France, T. LVII (1910), S. 165—172.

Battandier J. A., Note sur quelques plantes du Sud-Oranais. Bull. soc. bot. de France, T. LVIII (1911), S. 436—438 mit Tafel.

Battandier J. A. et Trabut L., Excursions botaniques dans le sud de la province d'Oran. Bull. soc. bot. de France XXXV (1888), p. 337—347.

Bonnet Edm., Enumération des plantes recueillies par le Dr. Guiard dans le Sahara, in Nouv. Archives du Muséum d'hist. nat., 2 sér. V (1883).

Bonnet Edm. et P. Maury. D'Aïn-Sefra à Djenien-bou-Rezg. Journ. de Bot. II, p. 277—301 u. 312—322 (1888).

Bruhnes Jean, Les Oasis du Souf et du M'Zab. La Geographie V, p. 5—20 u. p. 175—195 (1902).

Choisy M. A., Documents relatifs à la mission dirigée au sud de l'Algérie. Paris 1900 ff.

Foureau F., Documents scientifiques de la Mission saharienne. Paris 1905. T I/II. Mission Foureau-Lamy.

Fitting H., Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschrift für Botanik III (1911), S. 209—275.

Hauri H., Anabasis aretioides Moq. et Coss., eine Polsterpflanze der algerischen Sahara, mit einem Anhang betr. Polsterpflanzen überhaupt. Diss. Techn. Hochschule Zürich, 1912 (Beihefte z. bot. Centralblatt Bd. 28 Abt. 1).

Hochreutiner B. P. G., Le Sud-Oranais, Etudes floristiques et phytogéographiques. Annuaire du Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, vol. VII—VIII (1903/04); XXII, p. 22—276, 22 tab. (1904).

Jönsson B., Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen. Lunds Univ. Aarskrift XXXVIII (1902).

Liste des plantes observées aux environs de Biskra et dans l'Aurès, d'après des herborisations de diverses auteurs. Soc. bot. de France, Session de Biskra (1892).

Massart J., Un voyage botanique au Sahara. Bull. Soc. roy. Belgique XXXVII (1898), 1re partie, p. 202—339, 19 reprod. phototyp, 7 planches.

Massart J., Le désert, 24 p. Bruxelles (1899).

Price S. Reginald, The Roots of Some North African Desert-Grasses (with Plate VI and two Figures in the Text). The New Phytologist, Vol. X. Cambridge 1911, p. 328.

Schirmer, Le Sahara. Paris 1893.

Volkens G., Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungen, Berlin 1887.

Walther J., Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung. Abh. d. math.-physik. Klasse d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften, Bd. XVI, Leipzig (1891).

Walther J., Das Gesetz der Wüstenbildung, Berlin (1900).

Wichtigste neuere amerikanische Literatur über Wüstenpflanzen.

Cannon W. A., The Topography of the Chlorophyll Apparatus in Desert Plants. — Public. Nro. 98, Carnegie Institut of Washington.

Cannon W. A., Biological Relations of Certain Cacti. — American Naturalist. vol. 11, 1906.

Cannon W. A., The Root-habits of Desert Plants. Public. Nro. 131. — Carnegie Institution of Washington 1911.

Coville F. V., Botany of the Death Valley Expedition; Contr. U. S. Nation. Herb. 4. 1893.

Coville F. V. and Mac Dougal D. T. The Desert Botanical Laboratory of the Carnegie Institution. Carnegie-Publ. Nro. 6, Washington 1903.

Livingston B. E., The Relation of Osmotic Pressure in Plants of Arid Habitats. Plant World vol. 14, 1911.

Livingston B. E., The Relation of Desert Plants to Soil, Moisture and Evaporation. Carnegie-Publ. Nro. 50, Washington 1906.

Lloyd F. E., The Artificial Induction of Leaf-formation in the Ocotillo. Torreya vol. 5., 1905.

Mac Dougal D. T., Botanical Features of North American Deserts. — Publ. Nro. 99, Carnegie-Institution, Washington 1908.

Mac Dougal D. T, The Water-balance of Desert Plants. — Annals of Botany, vol. 26. London 1912.

Mac Dougal D. T. and Spalding E. S., The Water balance of Succulents. Public. Nro. 141, Carnegie-Institut of Washington 1910.

Scofield C. S., Dry farming in the Great Basin. — Bulletin Nr. 103. Bureau of plant Industrie, U. S. Dep. of Agriculture, Washington 1907.

Spalding V. M., Biological Relations of Certain Desert Shrubs. Bot. Gazette 38, 1904.

Spalding V. M., Absorption of Atmospherie Moisture by Desert Shrubs. Bull. Torr. Bot. Club, vol. 26, 1906.

X. *Monographien einzelner Bäume, Nutzpflanzen. Floristische Notizen.*

1. Wälder.

Combe Ad., Les forêts de l'Algérie. Alger (1889), 72 S.

Lefebvre H., Les forêts de l'Algérie. Giralt, Alger-Mastapha (1900), 438 p und 1 Karte.

2. Zwergpalme.

Scharfetter R., Von der Zwergpalme. Deutsche Rundschau für Geographie, Jahrg. XXXVII (1911), S. 380—384, mit Textfiguren.

3. Ölbaum.

Battandier J. A., Production abondante de manne par des oliviers. Journ. de Pharmacie et de Chimie, février 1901.

Coutance, L'olivier (Histoire, botanique, régions, culture, produits etc), 130 fig. Paris 1877.

Deloupy, Pouget et Trabut, Le concours oléicole de Sfax. Gouvern. Général de l'Algérie (1904).

Fischer Th., Der Ölbaum, seine geographische Verbreitung, seine wirtschaftliche und kulturhistorische Bedeutung. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft Nr. 147, mit 1 Karte, 87 S. in 4° (1904).

Trabut L., L'olivier, 80 p. (Gouv. Génér. de l'Algérie, service botanique, Bull. 21 (1900).

Tubeuf C. v., Zweigtuberkulose am Ölbaum, Oleander und der Zirbelkiefer, mit 10 Fig. Naturwiss. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft, 9. Jahrg. 1911), S. 25—39.

4. Eichen.

Combe Ad., Région du chêne-liège en Europe et dans l'Afrique septentrionale. Alger (1889), 54 S.

Lamey, Le chêne-liège, sa culture et son exploitation, Paris et Nancy 1893.

Les chênes-liège, notice sur les forêts d'Alger, d'Oran et de Constantine par M. M. les conservateurs des forêts, avec cartes et gravures in 4°, 40 p.

Muller Eug. Ant. Über die Korkeiche (*Quercus suber*, L. und *Q. occidentalis* Gay). Ein Beitrag zur Pflanzen- und Handelsgeographie, mit 1 Karte und 2 Tafeln. — Abh. d. k. k. geogr. Gesellsch. in Wien, Bd. II, Nr. 7 (1900), 75 S.

Rein J. Geographische und naturwissenschaftliche Abhandlungen zur 400jährigen Feier der Entdeckung Amerikas. Leipzig, W. Engelmann, 1892, a) Kork- und Steineiche S. 137—157; b) die Steineiche und die spanische Schweinezucht S. 158—168.

Trabut L., Sur les variations du *Quercus Mirbeckii* en Algérie, 3 tab. Revue générale de Bot. IV.

Trabut L., Les hybrides du *Quercus suber* L. Assoc. franç. pour l'avancement des sc., Congrès de Paris, 1889.

Trabut L., Le chêne vélani *(Quercus aegylops)*. Bull. 27, Gouvern. Général de l'Algérie, service bot. (1901).

5. Kastanie.

Trabut L., Le chataignier en Algérie. Bull. 37. Gouvern. Général de l'Algérie; Service bot. (1902).

6. Abies numidica.

Trabut L., L'*Abies numidica*. Détermination de ses affinités avec les Abies méditerrannées. Revue gén. de Botanique Bd. I (1889), p. 405—414, 2 tab.

7. Zeder.

Businger J., Die Atlaszeder. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 62. Jahrg. 1911, Seite 13—15, mit 2 Textbildern.

Les forêts de Cèdres, notices sur les forêts de l'Algérie, publié par le gouvernement Général de l'Algérie, 5e Bureau (1894), mit Verbreitungskarten und Abbildungen.

Level F., Notice sur les forêts de Cèdres du département de Constantine, Alger 1894.

Trabut L., Sur l'huile de Cèdre de l'Atlas. Bull. des sc. pharmacol. Paris V, 1908

8. Zypresse.

Trabut L., Le cyprès (*C. sempervirens* L.) spontané en Tunisie. Bull. soc. bot. de Fr.; Sess. extraord. tenue dans la province d'Oran, 1906.

9. Halfa.

Tirman, L'Halfa, 22 S., Alger (1889).

Trabut L., Observations sur une cellule épidermique absorbante, sur le réseau radicifère et les bourgeons dormantes chez l'Halfa (*Stipa tenacissima* L.). Assoc. franç. pour l'Avanc. des sc. (1887), 1 tab.

Trabut L., Etude sur l'Halfa *(Stipa tenacissima)* Alger. Adolph Jourdan (1889). VIII, 90 p. et 22 tab.

Vivarez Mario, L'Halfa, Etude Industrielle et Botanique. Montpellier 188[illegible].

10. Dattelpalme.

Fischer Theob., Die Dattelpalme. Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft 64, mit 1 Karte, 85 S., (1881).

Swingle W. T., The Date Palm. U. S. dep. of Agric., Bureau of plant Industry, Bull. 53, 155 p., pl. IV—XXII, Washington (1904).

11. Feige.

Trabut L., Le figuier de Smyrne (préparation des figues seches en Algérie). Bull. Nr. 31 (1901), Gouvern. Général de l'Algérie. Service bot.

Trabut L., La caprification en Algérie. Bull. 32 (1901), Gouvern. Général de l'Algérie, Service bot.

Trabut L., Le figuier en Algérie. Bull. Nr. 38 (1903), Gouvern. Génér. de l'Algérie. Service bot.

12. Floristische Notizen.

Battandier J. A., Notes sur quelques plantes récoltées en Algérie et probablement adventices. Bull. soc. bot. de Fr. T. XLII (1895), S. 289—296.

Battandier J. A, Considérations sur les plantes réfugiées, rares ou en voie d'extinction de la flore algérienne. Assoc. franç. pour l'avanc. des sc. Congrès de Coen (1894), 7 S.

Battandier, J. A., Maturation et germination chez les plantes sauvages et cultivées. Bull. de la soc. d'hist. Naturelle de l'Afrique du Nord, Nr. 1 (1909).

Battandier J. A., Quelques mots sur les causes de la localisation des espèces d'une région. Bull. soc. bot. de Fr. T. XXXIV (1887), S. 189—195.

Battandier et Trabut, Description du *Pancratium Saharae* Coss., 1 tab. Revue générale de Bot.

Pitard, Rapport sur les herborisations de la société (en Algérie et Tunisie). Bull. bot. de France, T. LVI (1909), 88 S., 18 tab.

Schweinfurth G. und Muschler Reno, Eine neue Convolvulacee aus dem südlichen Algerien: *Convolvulus Trabutianus* n. sp. in Ferd. Fedde, Repertorium novarum specierum regni vegetabilis vol. IX (1911), p. 566.

Trabut L., Additions à la Flore de l'Algérie. Soc. Bot. de France T. XXXII (1885), S. 394—398; T. XXXIV (1887), S. 391—396.

Trabut L., Revision des caractères des *Stipa gigantea*, *Lagascae* etc. Bull. soc. bot. de France XXXVI (1889), S. 404—412

Trabut L., Note sur les Marsilia de l'Algérie, 1 tab. Revue générale de Bot. T. VI (1894), p. 210—211.

Trabut M., *Riella Battandieri* Trab. sp. n., Revue Bryolog. vol. XIII, Nr. 3, 1 tab.

Trabut L., Revision des espèces du genre Riella. Revue génér. de Bot.

XI. Landwirtschaft, Akklimatation usw.

Battandier J., Plantes médicinales (en Algérie). Alger-Mustapha (1900).

Matthieu, L'Algérie agricole (1889).

Fournier L., La culture du Tabac en Algérie. Agha-Alger 1906.

Kearney Th. H. and Means Th. H., Agricultural exploration in Algeria. U. S. Dep. of Agricult.; Bureau of plant-industry. Bull. Nr. 80, 80 p., 4 tab. Washington (1905).

Perrot, Les productions végétales de la Tunisie. Bull. soc. bot. de France, T. LVI (1909). Session extraord. tenue en Tunisie au mois d'avril 1909.

Rapports annuels a. M. le Gouverneur Général sur les études de Botanique agricole. Service bot. du Gouv. Général de l'Algérie.

Revue horticole de l'Algérie Bd. I (1896) jusque XV (1911).

Riviere Ch., Les cultures industrielles en Algérie. Alger-Mustapha (1900).

Trabut L., Les vieilles questions en matière d'acclimatation. Communication à la soc. d'horticulture d'Alger.

Trabut L., Les régions botaniques et agricoles de l'Algérie. Revue Sc. de la France et de l'Etranger (1881), t. 27, p. 460—468.

Trabut L., Etat d'horticulture en Algérie en 1900 (1900).

Trabut L., L'acclimatation en Algérie. Gouvern. Général de l'Algérie, Service bot. Bull. Nr. 41 (1905).

Trabut L. et Mares R., L'Algerie agricole en 1906. 1 vol. 531 p., nombr. fig., Alger. Impr. algérienne (1907).

Trabut L., Les Essais de culture du cotonnier en 1907. Bull. Nr. 45, Gouvern. Général de l'Algérie, Service bot. (1908).

Trabut L., L'Oranger en Algérie. Bull. Nr. 44. Gouvern. Général de l'Algérie (1908).

Trabut L., Les Sorghos, leur culture dans le Nord de l'Afrique. Bull. Nr. 47. Gouvern Général de l'Algérie, Service bot. (1910).

XII. *Gallen.*

Schneider-Orelli, Mathilde, Über nordafrikanische Zoocecidien, mit 5 Textfig Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Abt. II (1912), Bd. 32, S. 468—477.

Houard C., Les Zoocécidies des plantes de l'Europe et du Bassin de la Méditerranée, T. I (1908), T. II (1909).

XIII. *Vegetationsbilder.*

Henryk Brockmann-Jerosch und Arnold Heim, Vegetationsbilder vom Nordrand der algerischen Sahara in G. Karsten und H. Schencks Vegetationsbildern, Reihe VI, Heft 4, Tafel 19—24 (1908).

Hagen, Herm. Bessel, Das algerisch-tunesische Atlasgebirge. Vegetationsbilder, l. c. Reihe X (1912), Heft 1, Tafel 1—8.

Rikli M., Schröter C. und Tansley A. G. Vom Mittelmeer zum Sahara-Atlas. Vegetationsbilder l. c. Reihe X (1912), Heft 2/3, Tafel 9—18.

Register.

Verzeichnis der Abbildungen.

I. Tafeln.

[1]) Auf der Tafel fälschlich „Takemsalett“ genannt.



Phot. F. Nägeli, Stäfa (Kt. Zürich)

a) Detailbild von der Garigue des Mte Sta Cruz bei Oran.

Vorn: *Lavatera maritima* L., hinten: *Lavandula dentata* L.



Phot. Dr. E. Pritzel, Gr. Lichterfelde

b) Der Malteserschwamm. *Cynomorium coccineum* L.

Einziger mediterraner Vertreter der *Balanophoraceen*, von der kleinen Sebka bei La Senia, südlich von Oran, auf Salsolaceen schmarotzend.





Garigues auf der Hochfläche des Djebel Murdjadjo bei Oran.

Ca. 400 m Meereshöhe. Im Vordergrund die grossen roten Blüten von *[illegible]* Desf., weiter hinten die kleinen weissen von *[illegible]* L., ferner *Chamaerops* [illegible] *[illegible]*. Im Hintergrund *[illegible]* Mill. (angepflanzt).





Garigues am Südosthang des Mte Sta Cruz bei Oran.

Ampelodesmos tenax (Vahl) Link (hohes Gras), die Zwergpalme (*Chamaerops humilis* L.), die stattliche Umbellifere ist *Ferula communis* L., ferner reichlich *Lavandula dentata* L. und *Asphodelus microcarpus* Viv.







Vegetation der Hügel bei Lalla Marnia an der marokkanischen Grenze (gegen Udschda).

Dornbüsche von *Zizyphus Lotus* L., ferner Blattbüschel von *Urginea [illegible]* Bak., sowie *Biscutella lyrata* L., *Calendula* usw.





Phot. Frch. v. Tubeuf, München

Callitris quadrivalvis Vent. (sog. „*Thuja*"), in der lockern Macchie von Takemsalett bei Turenne, westlich Tlemcen,

vergesellschaftet mit *Pistacia Lentiscus* L., *Olea europaea* L. var. *Oleaster* DC., *Cistus*-Arten, *Calycotome*, *Ceratonia*, *Rosmarinus*, *Ephedra altissima* Desf., *Asparagus albus* L. u. *A. horridus* L.

a) Vorbereitung zur Entrindung von Korkeichen (*Quercus Suber* L.).

Im Unterwuchs *[illegible]*. Wald im Gebiete der Beni Foutoul bei Robertville (Provinz Constantine).



b) Die Verarbeitung der Blätter von *Chamaerops humilis* L. zur Gewinnung des Crin végétal in Oran.

Einbringen und Abwägen der Ernte in einer Fabrik zu Oran.





Haus der Forstverwaltung (El Halboub) in einer Lichtung des Korkeichenwaldes im Gebiet der Beni-Toufout bei Robertville (Provinz Constantine).







Phot. G. Hansen, Christiania

Erosionsfurchen und Terrassen am Aufstieg von Blida nach La Glacière im Tell-Atlas.

Im Vordergrund die Grasbüschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link, die überall auf unkultiviertem Boden sekundär an Stelle der einstigen Steineichenwaldungen bestandbildend auftreten.





Phot. G. Hal[illegible], Christiania

Erosionsfurchen und Terrassen am Aufstieg von Blida nach La Glacière im Tell-Atlas.

Im Vordergrund die Grasbuschel von *Ampelodesmos tenax* (Vahl) Link, die überall auf unkultiviertem Boden sekundär an Stelle der einstigen Steineichenwaldungen bestandbildend auftreten.





Phot. Forstinspektor Jenot, Batna.

Zedernwaldungen von Le Bellezma bei Batna (zwischen Constantine und Biskra).



Cedrus Libani Barr. v. *atlantica* Mannetti.

Auf dem Sidi Abd-el-Kader ob Blida im Tell-Atlas bei ca. 1500 m.





Phot. Prof. J. Bussmann, Luzern

Am Rand des Zedernwaldes vom L'Abd-el-Kader ob La Glacière, ca. 1550 m.

(Im Vordergrund die kugeligen Dornbüsche („Luftkugelpolster") von *Bupleurum spinosum* L.)







Phot. Prof. J. Bachinger, Luzern

Salzsteppe bei Le Kreider (988 m) im Chott el-Chergui.

Zwischen den kleinen Vegetationshügelchen von *Halocnemon strobilaceum* Moq. (Salsolaceen), dem wichtigsten Kamelfutter, schneeweisse Salzausblühungen. Im Hintergrund täuscht die Luftspiegelung einen See vor.





Phot. Dr. F. Fedde, Gr. Lichterfelde.

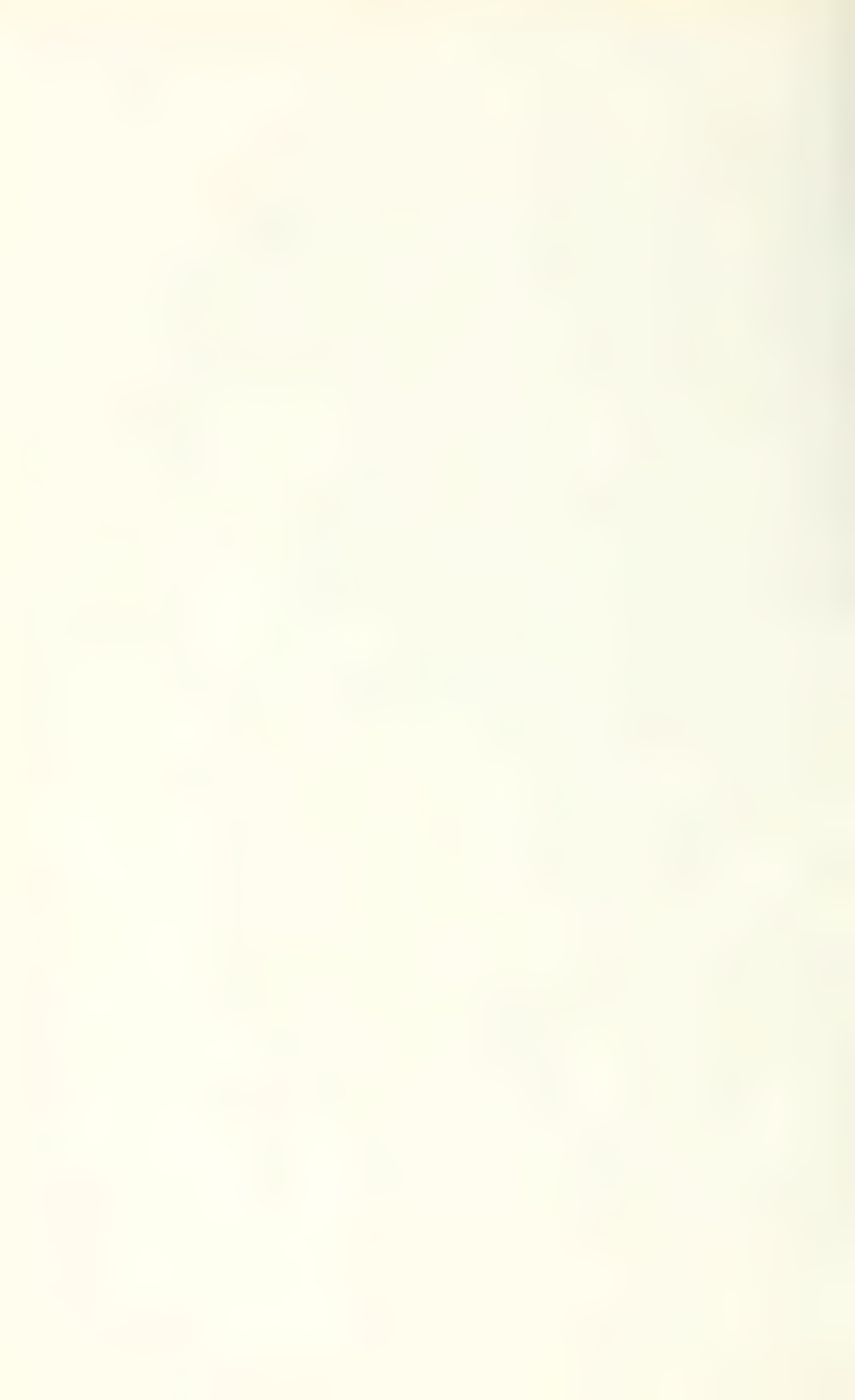
Lygeumsteppe bei Le Kreider (Chott-el-Chergui).

Leitpflanze *Lygeum Spartum* L., vorn die Chenopodiacee *Suaeda vermiculata* Forsk., hinten *Frankenia thymifolia* Desf.



Phot. Prof. J. Joesinger, Luzern

Halfasteppe (*Stipa tenacissima* L.) am Fuss des Djebel Mekter bei Aïn-Sefra im Sahara-Atlas, bei ca. 12–1300 m ü. M.



Phot.: F. Nipp…, cand. pharm., Stäfa

a) Buschsteppe am Aufstieg zum Djebel Mekter bei Aïn-Sefra.
Leitpflanzen *Quercus Ilex* L. v. *Ballota* Desf. u. *Juniperus phoenicea* L.



b) Alter Wacholder (*Juniperus Oxycedrus* L.), etwas unter dem Gipfel des Djebel Mekter, im Sahara-Atlas, bei ca. 2040 m.







Phot. Prof. J. Fusoner, Luzern

Aïn-Sefra, am Nordrand der algerischen Sahara.

Von den Dünen aus gesehen, im Hintergrund der Djebel Aïssa.

Im Vordergrund zum Schutz gegen die vorrückenden Dünen, (seit 1880–1885) bei 1100 m ü. M. Anpflanzungen von *Populus alba* L. und besonders *Pop. nigra* L. v. *fastigiata* mit weisser Rinde (*Populus Thevestina* Dode), *Salix babylonica* L., *Robinia pseud-acacia* L., Oleander, *Elaeagnus angustifolia* L., *Ficus carica* L., verschiedene *Eucalyptus* spec., *Cupressus sempervirens* L. und *Pinus halepensis* Mill.





Phot. Prof. J. Vosseler, Luzern

In den Dünen von Aïn-Sefra.

Erster Ansiedler, *Aristida pungens* Desf., der „Drîn" (Gramineae), mit bis 20 m weit ausstreichenden Tauwurzeln.



Phot. Prof. J. Lustinger, Luzern

In der Oase von Tiout bei Aïn-Sefra, höchst gelegene Oase des Oranais (1120 m).

Im ausgetrockneten Oued Oleanderbüsche





[illegible] Gross-Lichterfelde

Kieswüste bei Béni-Ounif mit *Anabasis*-Assoziation.



Phot. A. Vollenweider, Alger

Riesenpolster des „Choux-fleur“: *Anabasis aretioïdes* Coss. et Moq. einer Chenopodiacee, bei Hassi-Saïd.





Phot. F. Nipkow, cand. phil. nat., Stäfa

Der Ksâr von El Maiz in der Oase Figuig von Süd-Marokko (Lehmbauten).





Dünen und Dattelpalmen am Rand der Wüste bei Colomb-Béchar.

Das Wurzelwerk ist z. T. durch Windwirkung freigelegt.

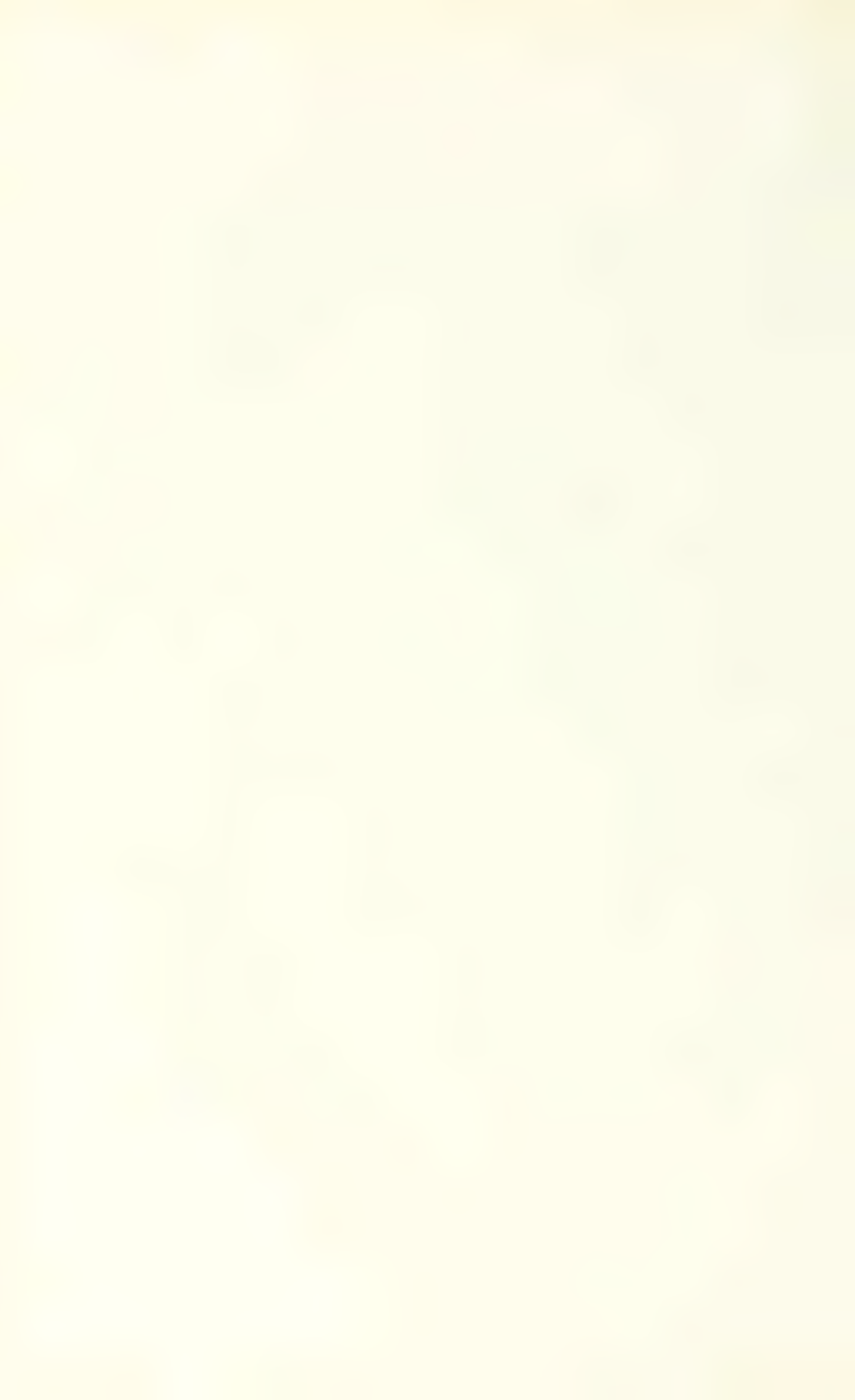




Phot. Prof. J. [illegible], Luzern

Oued aus der Oase von Colomb-Béchar.

Im Wasser: Schilf, Binsen, Potamogetonen, somit eine durchaus nordische Vergesellschaftung von Pflanzen. (Siehe auch Tafel XXIV.)





Phot. A. Holmsen, Christiania

Am Oued bei Colomb-Béchar.

Phoenix dactylifera L., längs des Wassers. Buschwerk von *Nerium Oleander* L. und die Stachelbuschel von *Juncus acutus* L. (Vordergrund). In und am Wasser: *Potamogeton natans* L., *Scirpus Holoschoenus* L., *Juncus bufonius* L., *Cyperus distachyus* All., *Samolus Valerandi* L. und *Veronica Anagallis aquatica* L.





Phot. Dr. E. Frölze, Gr. Lichtdruck

In der Oase von Colomb-Béchar.

Verwilderte Dattelpalmen. Im Mittelgrund Oleandergebüsche, im Vordergrund die stechenden Blattbüschel von *Juncus acutus* L.

II. Textfiguren.

Zusätze.

1. Ausser den beiden schon genannten Neuheiten unter der pflanzlichen Ausbeute (*Convolvulus Trabutianus* Schweinfurth und Muschler und *Euphorbia Dracunculoïdes* Lam. var. *africana* Rikli und Schröter ist noch zu nennen:

Lifago Dielsii Schweinfurth und Muschler (genus nov. et spec nov.) bei Colomb-Béchar, vereinzelt im Sande der Kieswüste, 775 m ü. M. leg. L. Diels (siehe: *Lifago*, ein neues Genus der Compositen aus Algier, von Georg Schweinfurth und Reno Muschler — Englers bot. Jahrbücher, Bd. 45, Heft 4, Leipzig 1911 — Seite 428). Der Name des neuen Genus ist durch Mutation aus *Filago* gebildet. Es ist eine zwerghafte, weissfilzige Annuelle mit endständigen, edelweissartig von den oberen Blättern umhüllten gelbblütigen Köpfchen. Die neue Gattung steht ungefähr in der Mitte zwischen *Filago* L. und *Evax* Gärtner; von jenem unterscheidet sie sich durch die borstlichen innersten Anthodialschuppen und das

anfänglich flache zuletzt konvexe Receptaculum; von dem habituell äusserst ähnlichen *Evax* durch die zungenförmigen weiblichen Randblüten und das andersfarbige Endanhängsel der Antheren. Die Autoren vermuten, dass vielleicht die algerischen Exemplare von *Filago exigua* Sibth. hieher gehören. — *Ulterius inquirendum!*

2. Zu Seite 143: *Aristida pungens* Desf. Price (siehe Lit-Verz. S. 193) hat die von A. G. Tansley in Aïn-Sefra gesammelten Wurzeln näher untersucht und folgende Anpassungen konstatiert: Eine verschleimte Aussenschicht der Wurzelhaube erleichtert das Durchwachsen des Sandes und verhindert das Austrocknen der Spitze. Hinter derselben sezerniert die Wurzelepidermis reichlich Schleim, der mit den Sandkörnern zu einer zusammenhängenden Scheide verklebt, welche die ganze Wurzel bis zu ihrem Ursprung bleibend einhüllt. Innerhalb dieser Scheide entspringen dann auf der ganzen Länge der Wurzel die reichlichen, bleibenden Wurzelhaare (die keinen Schleim absondern, sondern normal als absorbierende Organe figurieren und die Scheide durchbrechen). So ist die Wurzel auf ihrer ganzen (oft enormen) Länge fähig, Wasser aus den oberflächlichen Sandschichten zu absorbieren, ein bemerkenswerter Unterschied vom gewöhnlichen Verhalten, wo die Wurzel nur hinter der Spitze funktionsfähige Wurzelhaare besitzt. Der Schleim der Scheide absorbiert wohl ebenfalls energisch das Wasser, und die feste, aus Schleim und Sand zusammengebackene Hülle schützt bei Trockenheit den Absorptionsapparat. Denselben wunderbar dem Sand angepassten Wurzeltypus fand Price noch bei andern perennierenden Wüstengräsern (*Aristida obtusa* Delile, *Lygeum Spartum* L.), während bei den einjährigen auf dem Sand von Aïn-Sefra gesammelten Gräsern *Bromus tectorum* L., *Schismus calycinus* L. und *Hordeum murinum* L. nur die Persistenz der Wurzelhaare auf der ganzen Ausdehnung der Wurzel, nicht aber die Bildung einer Scheide zu konstatieren war.

Über Chlorophyll.

Von

Richard Willstätter.

Vortrag, gehalten in der Hauptversammlung der Naturforschenden Gesellschaft Zürich am 3. Juni 1912.

Die unermessliche Produktion organischer Materie geschieht in den grünen Pflanzen durch die Wirkung des Chlorophylls. Die Laboratorien des gesamten Assimilationsprozesses sind besondere Organe des Plasmakörpers, in welchen das Pigment lokalisiert ist, die Chlorophyllkörper. In ihnen erfolgt nach Sachs im Lichte die Bildung der Stärke, aus ihnen verschwindet sie im Dunkeln. Die Synthese der Kohlehydrate aus der Kohlensäure ist eine energieverbrauchende Reduktion: die Assimilation der Kohlensäure erfordert die Assimilation des Sonnenlichtes. Diese wunderbare Beziehung in der Rolle der grünen Gewächse hat schon der Erfinder der Lokomotive erkannt, Robert Mayer hat sie in seiner Mechanik der Wärme klar ausgesprochen und Boltzmann hat ihr vor 25 Jahren folgenden klassischen Ausdruck gegeben:

„Der allgemeine Daseinskampf der Lebewesen ist daher nicht ein Kampf um die Grundstoffe — die Grundstoffe aller Organismen sind in Luft, Wasser und Erdboden im Überflusse vorhanden, auch nicht um Energie, welche in Form von Wärme, leider unverwandelbar, in jedem Körper reichlich enthalten ist, sondern ein Kampf um die Entropie, welche durch den Übergang der Energie von der heissen Sonne zur kalten Erde disponibel wird. Diesen Übergang möglichst auszunutzen, breiten die Pflanzen die unermessliche Fläche ihrer Blätter aus und zwingen die Sonnenenergie, in noch unerforschter Weise, ehe sie auf das Temperaturniveau der Erdoberfläche herabsinken, chemische Synthesen auszuführen, von denen man in unseren Laboratorien noch keine Ahnung hat. Die Produkte dieser chemischen Küche bilden das Kampfobjekt für die Tierwelt."

Ohne genauere Kenntnis von Chlorophyll war es möglich, seine energetische Funktion zu untersuchen. Das Chlorophyll dient als

Farbstoff zur Absorption des Sonnenlichtes und als Fluorescent zur Übertragung der aufgenommenen Energie. Lommel hat in den siebziger Jahren die Forderung aufgestellt, dass die Arbeit jedes Lichtstrahls im lebenden Blatt seinem Wärmeinhalt und dem Grad seiner Absorption durch das Chlorophyll, also der vom Blatt absorbierten Energiemenge proportional sei. Diese Vorhersage ist von Pflanzenphysiologen geprüft und wahrscheinlich gemacht worden. Timiriazeff hat die älteren Versuche von Daubeny, Draper und Sachs über den Zusammenhang von Lichtfarbe und Assimilationsintensität fortgesetzt und er hat festgestellt, dass das Maximum der Assimilationsarbeit im Spektrum mit der Region des kräftigen Absorptionsbandes von Chlorophyll im Rot zusammenfällt. Ein weniger bedeutendes zweites Assimilationsmaximum hat Timiriazeff in der Gegend der Fraunhoferschen Linie F aufgefunden und Engelmann hat mit seiner berühmten Bakterienmethode die Beobachtung bestätigt. Der weit kräftigere Einfluss der roten Strahlen auf die Assimilation im Vergleich mit den blauvioletten ist eine Folge ihrer grösseren Wärmewirkung.

Entsprechend dem wohlbekannten Spektrum des Chlorophylls ist die Absorption des Lichtes durch die Chloroplasten eine selektive. Die Pflanzen sind nicht für die maximale Assimilation des Sonnenlichtes organisiert, sondern ihre grüne Farbe bedeutet nach einer neuen Erklärung von Stahl einen Kompromiss zwischen dem Erfordernis, mit genügender Intensität das Licht photochemisch auszunützen und der Gefahr, durch zu intensive Absorption den Chlorophyllapparat selbst und das gesamte Plasma zu gefährden. So erklärt sich nach Stahl das grüne Pflanzenkleid der Erde als eine Anpassung an die Zusammensetzung des diffusen Tageslichtes; die Blätter sind dafür eingerichtet, die Strahlengattungen zu absorbieren, die ihnen am reichlichsten zur Verfügung stehen und sie erscheinen daher in Farbtönen, die komplementär sind zu den am Himmel herrschenden Farben.

Um von der Übertragung der absorbierten Lichtenergie für die Photosynthese in den Chloroplasten eine Vorstellung zu geben, hat Timiriazeff das Chlorophyll als optischen Sensibilisator erklärt: der Farbstoff übertrage die Wirkung des absorbierten Lichtes auf die Umformung der Kohlensäure. Eine schnelle Einwirkung roter Lichtstrahlen auf Silberhalogenide, die sonst nur gegen blaue und violette Strahlen empfindlich sind, wird durch Zusatz von Chlorophyll erreicht. Analog sucht Timiriazeff die Rolle des Chlorophylls in einer Sensibilisierung der Kohlensäure, wodurch diese für die vom Chlorophyll vorzugsweise absorbierten Strahlen empfindlich gemacht werde.

Tiefer geht auf die optische Beteiligung des Chlorophylls an der Photosynthese eine Hypothese ein, die der russische Botaniker Tswett im vorigen Jahre veröffentlicht hat. Sie knüpft an die Anschauung an, nach der Fluoreszenten bei der Einwirkung von Licht unter Energieaufnahme umkehrbare molekulare Veränderungen erfahren, so dass sie bei der Rückbildung der ursprünglichen Konstitution der Moleküle die zuerst aufgenommene Energie als Lumineszenzlicht ausstrahlen. Demgemäss nimmt Tswett an, dass bei einer umkehrbaren molekularen Veränderung im Chlorophyll Lumineszenz oder vielmehr Phosphoreszenzstrahlung auftrete, die von der Kohlensäure oder ihren Ionen absorbiert werde und ihren Zerfall bewirke.

Soweit ist der Mechanismus der photosynthetischen Energieübertragung behandelt worden ohne Berücksichtigung der chemischen Natur des Chlorophylls.

Seitdem Pelletier und Caventou im Jahre 1818 dem grünen Pigment den Namen Chlorophyll gegeben, hat fast neunzig Jahre lang die chemische Untersuchung keinerlei Anhaltspunkte dafür geliefert, dass zugleich mit seiner optischen das Chlorophyll auch eine chemische Rolle ausübt. Erst in den letzten sieben Jahren hat die Analyse des Farbstoffs begonnen, die Hoffnung zu rechtfertigen, in der sie unternommen worden ist, nämlich die Erkenntnis einer chemischen Funktion des Chlorophylls vorzubereiten.

In der Jugend der organischen Chemie sind unter ihren Objekten die natürlichen Verbindungen, welche der pflanzliche und tierische Organismus zur Verfügung stellt, im Vordergrund gestanden. Dann hat einige Zeit das Gebiet der Benzolderivate, deren Hauptquelle die trockene Destillation der Kohle ist, und der aus ihnen synthetisch gebildeten Farbstoffe einen grossen Teil der chemischen Arbeit in Anspruch genommen, bis schliesslich in den letzten Jahrzehnten die organische Chemie sich wieder überwiegend der Untersuchung physiologisch wichtiger Körper zu widmen begann. Bei dieser Entwicklung der organischen Chemie ist es seltsam, dass das Chlorophyll, von dem Darwin sagt, es sei „perhaps the most interesting of organic substances“, völlig unbekannt blieb hinsichtlich seiner chemischen Natur, seiner empirischen Zusammensetzung, sogar hinsichtlich der Bausteine seines Moleküls. Dies war eine Folge der Unbeständigkeit des Farbstoffs und seiner chemischen Indifferenz, des Mangels an basischen und saueren Eigenschaften; es wird dadurch ausgeschlossen, das Pigment mit den üblichen chemischen Methoden zu isolieren.

Die chemische Literatur weist drei Perioden in der Untersuchung des Chlorophylls auf.

Die erste Epoche umfasst namentlich die Arbeiten von Berzelius in den dreissiger und die von Frémy in den sechziger Jahren.

Berzelius hat in der Meinung, Blattgrün vertrage den Einfluss von Säure und Lauge, ohne zersetzt zu werden, für die Isolierung des Chlorophylls starke Salzsäure und Alkalien angewandt. Er fand, dass das Blattgrün weder ein Harz noch Wachs oder Fett sei, sondern zu den Farbstoffen gehöre und er vergleicht seine Farbkraft mit der von Indigo.

Frémy hat das Pigment als ein Gemisch betrachtet. Auf den Abdampfrückstand eines alkoholischen Extraktes oder auf eine mit Tonerde und Alkalilauge aus dem Extrakt erhaltene gelbe Füllung liess er starke Salzsäure und Äther einwirken; nach dem Scheiden war der Äther rein gelb, die Säure blau. In diesen Schichten nahm Frémy zwei Komponenten des Chlorophylls an, die gelbe nannte er Phylloxanthin, die blaue Phyllocyanin. Einige Zeit hielt er das Chlorophyll für ein farbiges Fett, worin dem indifferenten Phylloxanthin die Rolle des Glycerins, dem Phyllocyanin diejenige der Fettsäure zukäme. Später hat Frémy der Hypothese den Vorzug gegeben, Chlorophyll sei ein Gemenge von Phylloxanthin mit dem Kaliumsalz einer Phyllocyaninsäure. Die Namen Phylloxanthin und Phyllocyanin haben weitergelebt und in der Folge ihre Bedeutung öfters gewechselt; ursprünglich lag im Phylloxanthin das freilich noch ganz unreine und durch Säure veränderte Gemisch gelber Begleiter vor, im Phyllocyanin aber ein Gemenge von Spaltungsprodukten des Chlorophylls.

In eine zweite Periode fallen die Untersuchungen von Hoppe-Seyler, Gautier, Tschirch, von Schunck und Marchlewski und von Hartley. Die Methoden der Behandlung des Farbstoffs werden schonender. Die Frage, ob Säure und Alkalien zersetzend wirken und welche Veränderungen sie herbeiführen, wird geprüft, allerdings noch nicht richtig beantwortet. Die chemische Untersuchung tritt mehr und mehr in Abhängigkeit von der Spektralanalyse, aber der Nutzen dieser Methode wird weit überschätzt; sie hat hier nicht vor schweren Irrtümern geschützt. Wir wissen heute, dass manche bedeutende Veränderung des Chlorophylls und seiner Derivate ohne Einfluss auf das Absorptionspektrum sind, dass andererseits manche konstitutionell geringfügige Änderungen unverhältnismässig grosse Änderungen im Spektrum hervorrufen.

Ein einziges Resultat von den Arbeiten dieser Zeit ist bleibend: Man erkennt einen Zusammenhang zwischen dem molekularen Bau des Blut- und des Blattfarbstoffes.

Hoppe-Seyler hat im Jahre 1879 unter Vermeidung energischer Mittel Chlorophyll aus frischem Gras mit Hilfe von siedendem Alkohol zu isolieren versucht. Aus den eingedunsteten Extrakten ist durch eine Folge von Trennungs- und Reinigungsoperationen ein kristallisierendes Chlorophyllderivat hervorgegangen, das Chlorophyllan. Es war nach der oliv-grünen Farbe seiner Lösungen nicht unverändertes, sondern, wie sich nachher gezeigt hat, durch Pflanzensäure zersetztes Chlorophyll, übrigens nicht in reinem Zustand. Seine Analyse, besonders der Phosphorgehalt (1,4 Prozent) seiner Asche, hat Hoppe-Seyler zu der Vermutung geführt, Chlorophyll zähle zu den Lecithinen. Diese Hypothese ist bis in die letzten Jahre hartnäckig und heftig von Stoklasa verfochten worden, der im Chlorophyll Phosphor und Kalium findet und zwar noch mehr Phosphor als im Lecithin.

Hoppe-Seyler hat mit dem Chlorophyllan einen wichtigen Versuch ausgeführt. Bei dem Erhitzen mit Alkalien auf hohe Temperatur beobachtete er seine Umwandlung in einen purpurroten Farbstoff, den er Dichromatinsäure nannte. Mit Salzsäure entstand daraus eine Verbindung, das Phylloporphyrin, das in seinen optischen Merkmalen auffallend ähnlich dem Hämatoporphyrin war, das aus Hämin durch starke Säuren gebildet wird. Wenn Hoppe-Seyler auch das Missgeschick hatte, bei der Analyse der Dichromatinsäure den Stickstoffgehalt zu übersehen, so hat er doch die Verwandtschaft von Blatt- und Blutfarbstoff zuerst experimentell festgestellt. Mit grossem Unrecht schreibt man zumeist das Verdienst dieser Entdeckung den späteren Autoren, namentlich Schunck und Marchlewski, zu. Freilich wird auch die Tragweite dieser Beziehung überschätzt. Die Porphyrine aus dem Hämin und aus dem Chlorophyll sind einander ähnlich, aber identisch sind sie durchaus nicht. Zu identischen Produkten gelangt man erst bei ganz tiefgreifender Spaltung des Farbstoffs, bei der Reduktion, die zu einfachen Pyrrolhomologen mit acht und neun Atomen Kohlenstoff, den Hämopyrrolen und dem Phyllopyrrol, führt.

Biologische Folgerungen hat Nencki aus der Verwandtschaft zwischen den beiden für die Lebensprozesse wichtigsten Pigmenten zu ziehen versucht. Er meinte, dass die Beziehung zwischen Phylloporphyrin und Hämatoporphyrin uns einen Einblick in die entfernteste Vergangenheit der Entwicklung organischer Wesen gestatte und auf die Stammverwandtschaft der pflanzlichen und tierischen Organismen hinweise. Die Folgerung ging über die experimentellen Grundlagen weit hinaus und war verfrüht. Das Unterscheidende in der molekularen Struktur von Chlorophyll und Hämin ist erst später zutage

getreten: es ist entsprechend der ganz verschiedenen Funktion beider Pigmente viel tiefer greifend als die konstitutionelle Verwandtschaft.

Zu gleicher Zeit mit Hoppe-Seyler hat A. Gautier in Paris ein Präparat gewonnen, das er für reines Chlorophyll hielt. Nach Analyse und Beschreibung war es auch ein Produkt der Zersetzung durch Säure und es steht dem Chlorophyllan sehr nahe.

In den folgenden Jahrzehnten haben Schunck und Marchlewski bei der Einwirkung von Säuren und Alkalien auf Chlorophyll Spaltungsprodukte gewonnen, Phylloxanthin, Phyllocyanin, Phyllotaonin u. a., deren genetischer Zusammenhang mit dem Chlorophyll unerklärt blieb und über deren Zusammensetzung fast keine Angaben veröffentlicht worden sind. Das durch Säure gebildete Phylloxanthin gab Asche, die als integrierenden Bestandteil Eisen aufwies; die mit Alkalien erhaltenen Abbauprodukte waren frei von Mineralbestandteilen. Gerade umgekehrt finden wir heute beim Abbau von Chlorophyll mit Säure aschefreie Substanzen, mit Alkalien hingegen die Derivate mit einem wesentlichen und charakteristischen Mineralbestandteil.

In allen diesen Untersuchungen ist für das Pigment, dessen physiologische Rolle einzigartig, dessen Farbe und Spektrum so ausgezeichnet ist, noch gar kein chemisches Merkmal festgestellt worden, das ermöglichen würde, das Chlorophyll verschiedener Pflanzen zu vergleichen. Die Ansichten über Identität oder Verschiedenheit des Farbstoffs in verschiedenen Pflanzen konnten daher ausserordentlich differieren. Gautier findet das Chlorophyll verschieden in Mono- und in Dikotyledonen, aber er teilt die Unterschiede nicht mit. Und Etard hat noch im Jahre 1906 in Paris ein viel beachtetes Buch: „La biochimie et les chlorophylles“ veröffentlicht, worin eine endlose Zahl von Chlorophyllen beschrieben und analysiert wird; nicht allein solche verschiedener Herkunft, auch für eine einzige Pflanze (Lolium perenne) stellt Etard eine ganze Reihe verschiedener Chlorophylle auf, deren Formeln:

Loliophyll I: $C_{129}H_{214}NO_{14}$
II: $C_{28}H_{41}NO_5$
III: $C_{159}H_{257}NO_{21}$
IV: $C_{86}H_{155}NO_{14}$
V: $C_{52}H_{76}N_2O_9$
VI: $C_{54}H_{50}N_2O_{10}$

enorm differieren. Sie sind absurd; jede Fraktion von mehr oder weniger grün gefärbtem Wachs ist für ein individuelles Chlorophyll gehalten worden.

Einen dritten Abschnitt in der Untersuchung des Chlorophylls haben die Arbeiten eingeleitet, welche aus dem chemischen Laboratorium der eidgenössischen technischen Hochschule in den letzten Jahren veröffentlicht worden sind.

Für die Analyse des Chlorophylls mussten, da es selbst noch nicht bekannt war, fürs erste seine Derivate dienen, die aus der Reaktion mit Säure und mit Alkali hervorgehen. Wenn man Alkalihydroxyd auf Chlorophyll einwirken lässt, so entstehen Alkalisalze von chlorophyllgrüner Farbe. Aus dem chemisch indifferenten Chlorophyll ist eine Säure geworden, die wasserlösliche Alkalisalze bildet. Bei der Reaktion mit Alkalien ist also ohne eine bedeutende optische Änderung eine Komponente hydrolytisch abgespalten worden, welche mit der saueren Gruppe verbunden war. Die gelinde Einwirkung von Säure, wobei die Chlorophyllfarbe in oliv umschlägt, richtet sich auf einen anderen Teil des Moleküls; eine salzbildende Gruppe entsteht nicht, die Verseifung wird also dabei vermieden. Es ist daher möglich, bei der Spaltung durch Säure diejenige Komponente des Chlorophylls zu verschonen und im Spaltungsprodukt aufzufinden, welche durch Alkalien abgetrennt wird und umgekehrt müssen die Alkaliderivate des Farbstoffs noch eine charakteristische Atomgruppe aufweisen, welche von Säure so leicht zerstört wird. Es gelingt also, ohne das Chlorophyll selbst zu kennen, seine Merkmale aus der Analyse der von Säure und Alkali gebildeten Abbauprodukte zu kombinieren — und zwar so gut, dass die Analyse am Ende gar nichts Neues mehr ergibt, als es gelingt, den natürlichen Farbstoff in reinem Zustand zu isolieren.

Die durch alkalische Verseifung gebildete chlorophyllgrüne Säure, Chlorophyllin, hat sich als eine Magnesiumverbindung erwiesen, in der das Metall komplex gebunden ist, d. h. es ist nicht wie in einem Magnesiumsalz in elektrolytisch dissoziierbarem Zustand, sondern es befindet sich in einer besonderen Art von Bindung und in einem Beständigkeitsverhältnis, an dem die Ionenreaktionen des Metalls versagen. Der Magnesiumkomplex ist zwar sehr empfindlich gegen Säure, aber ungemein beständig gegen Alkalien, so dass er bei tiefgreifenden Umwandlungen der Moleküle, durch die sogar Karboxylgruppen abgespalten werden, unversehrt bleibt. So liefert das Chlorophyll beim Erhitzen mit konzentrierten alkoholischen Alkalien bis auf 240° eine Reihe farbenprächtiger und intensiv fluoreszierender Abbauprodukte mit drei, zwei und schliesslich einer Karboxylgruppe.

die sog. Phylline. In allen, vom Chlorophyll selbst und den grünen Chlorophyllinen an, in dem blauen Glaukophyllin, in den roten Verbindungen Rhodophyllin, Pyrrophyllin und Phyllophyllin, trifft auf vier Atome Stickstoff ein Atom Magnesium; der Aschegehalt von reiner Magnesia beträgt beim Chlorophyll 5 Prozent und steigt infolge der Verkleinerung des Moleküls auf 7,5 Prozent bei den letzten einbasischen Phyllinen. Die Bindungsweise des Metalls lässt sich auf Grund der Anschauungen verstehen, mit denen A. Werner die Metallammoniake und die anderen komplexen Metallverbindungen erklärt hat. Mit den zwei Valenzen, die an den Stickstoff von zwei Pyrrolkernen gebunden sind, ist die Affinität des Magnesiums nicht erschöpft; durch Partialvalenzen verbindet es sich noch mit zwei anderen Pyrrolstickstoffen zum Komplex.

Die Empfindlichkeit gegen Säure ist das gemeinsame Merkmal der gesamten Reihe von Phyllinen. Aus den magnesiumhaltigen mehrbasischen und einbasischen Karbonsäuren gehen durch Abspaltung des Metalls magnesiumfreie Karbonsäuren hervor, die Porphyrine, die mit dem von Hoppe-Seyler, Tschirch, Schunck und Marchlewski untersuchten, wenn auch noch nicht homogen erhaltenen Phylloporphyrin eine natürliche Gruppe bilden; sie sind Karbonsäuren des Kernes $C_{31}H_{36}N_4$.

Der Magnesiumgehalt des Chlorophylls ist konstant. Er ist mit ausnahmsloser Übereinstimmung bei Land- und Wasserpflanzen der verschiedensten Klassen ermittelt worden. Die Magnesia ist seit langem den unentbehrlichen Mineralbestandteilen der Pflanzen zugezählt worden. Die nun bekannt gewordene wichtige Funktion des Metalls sollte mehr Aufmerksamkeit der Agrikulturchemiker auf die Frage lenken, ob die natürliche Versorgung der Nutzpflanzen mit Magnesium ausreicht. In einer ganz neuen Arbeit hat E. Mameli im botanischen Institut von Pavia den günstigen Einfluss eines Zusatzes von Magnesiumsalz bei verschiedenartigen Kulturen auf Chlorophyll und Wachstum untersucht.

Die Reaktion der Säuren mit Chlorophyll liess sich auf Grund der Entdeckung verfolgen, dass bei der gelinden Zersetzung mit Oxalsäure ein in Alkohol schwer lösliches Chlorophyllderivat, Phäophytin, in geradezu reinem Zustand und fast quantitativ aus weingeistigen Blattextrakten ausfällt. An die Stelle des umständlichen und wenig ergiebigen Verfahrens, nach welchem Hoppe-Seylers Chlorophyllan als Produkt unbeabsichtigter Spaltung des Farbstoffs durch pflanzliche Säure erhalten worden, tritt eine Methode, welche das Chlorophyll irgendwelcher Herkunft in zum Vergleich wohlgeeignetem Zustand abzuscheiden erlaubt. Das Phaeophytin enthält

kein Magnesium mehr, die Abspaltung des Metalls ist aber auch die einzige Veränderung, die eingetreten ist, wenn die Vorbereitung des Pflanzenmaterials, die Extraktion und die Behandlung mit Säure mit all den Vorsichtsmassregeln erfolgt, die sich aus den Erfahrungen einiger Jahre ergeben haben.

Das Phäophytin ist eine chemisch indifferente, wachsartige Substanz von olivgrüner Farbe in Lösung. Mit einem Schlage wird dieses Spaltungsprodukt dem Chlorophyll wieder ähnlich, sobald man in sein Molekül ein Metall, z. B. Zink oder Kupfer, einführt, wobei dieses komplex gebunden wird.

Zur Gewinnung von Phäophytin, und zwar kilogrammweise, dient im hiesigen Laboratorium zumeist das Mehl getrockneter Brennesseln, das in Fässern zu 900 bis 1000 Fr. für die Tonne von deutschen Drogenhandlungen bezogen wird. Ausserdem ist das Phäophytin zu analytischen Zwecken aus mehr als 200 Pflanzen bereitet worden, die aus den verschiedensten Klassen ausgewählt worden sind, aus Meeresalgen, aus Laubmoos, Farnkraut, Schachtelhalm, Lycopodium, Coniferen, aus verschiedenen Monocotyledonen und Dicotyledonen. Dabei hat sich übereinstimmend ergeben, dass das Phäophytin ein Ester ist, der als ein Drittel des Moleküls einen neuen hochmolekularen Alkohol enthält, das Phytol. Es wird durch Verseifung mit alkoholischem Kali in reinem Zustand erhalten. Seine Zusammensetzung ist $C_{20}H_{40}O$, es gehört in die Reihe der ungesättigten aliphatischen primären Alkohole. Untersuchungen über seinen Abbau haben es wahrscheinlich gemacht, dass in ihm ein stark verzweigtes Kohlenstoffgerüst enthalten ist. Eine dafür vorgeschlagene, allerdings im einzelnen noch hypothetische Strukturformel hat den Gedanken zur Anschauung gebracht, dass zwischen dem Phytol und dem Isopren, dem Baustein der Terpene und des Kautschuks, nahe Beziehungen bestehen.

Die Erkenntnis, dass dieses Phytol ein konstanter Bestandteil des Chlorophylls ist, hat sich nicht so geraden Weges aus der vergleichenden Untersuchung vieler verschiedener Pflanzen ergeben. Anfangs zeigten die Phäophytinpräparate verschiedener Herkunft Schwankungen; der Phytolgehalt überschritt nie 33 Prozent, blieb aber nicht selten darunter und sank in manchen Fällen bis auf Null. Gerade die Pflanzen mit scheinbar niedrigem Phytolgehalt erwiesen sich als ausgezeichnetes Material zur Isolierung des Chlorophylls in einer wunderbar schönen Form, nämlich als sogenanntes „kristallisiertes Chlorophyll“, das von dem russischen Botaniker Borodin im Jahre 1881 in Blattschnitten unter dem Mikroskop entdeckt worden war. Monteverde in St. Petersburg hatte zu Anfang der neunziger

Jahre das kristallisierte Chlorophyll spektroskopisch untersucht. Er unterschied zwei Arten von Chlorophyll, kristallisiertes und amorphes, und betrachtete ersteres als das natürliche Pigment, das letztere als ein Umwandlungsprodukt. Diese Ansicht erkennen wir jetzt als irrtümlich. Das phytolfreie kristallisierte Chlorophyll ist nur ein Abkömmling des phytolhaltigen natürlichen Pigmentes, das infolge des Gehalts an dem hochmolekularen Alkohol eine mehr wachsähnliche Konsistenz zeigt.

Die Analyse des kristallisierten Chlorophylls und seine Gewinnung in präparativem und zwar in bedeutendem Maßstab war von grossem Wert, ehe es gelang, den natürlichen Farbstoff selbst in reinem Zustand abzuscheiden.

Die Bildung des kristallisierten Chlorophylls und das damit Hand in Hand gehende Fehlen des Phytols hat in den letzten Jahren vollständige Erklärung gefunden durch eine von mir gemeinsam mit A. Stoll ausgeführte Untersuchung. Den Schlüssel für viele rätselhafte Erscheinungen hat nämlich die Beobachtung geliefert, dass bei raschem Extrahieren mancher Blätter der Phytolgehalt normal, aber zu niedrig bei langsamem Extrahieren wird, also bei längerer Berührung des Extraktes mit dem Mehle der getrockneten Blätter. In den grünen Pflanzenteilen wird das Chlorophyll von einem zu den Esterasen gehörenden Enzym, der Chlorophyllase, begleitet, die nicht, wie man von den Enzymen im allgemeinen angenommen hatte, in alkoholischen Medien unwirksam ist, die vielmehr die Verdrängung des Phytols durch den Alkohol des Extraktes, also eine Alkoholyse des Chlorophylls, veranlasst. Das Enzym ist sehr verbreitet, aber seine Menge scheint in weiten Grenzen zu schwanken. Nachdem einmal die Dynamik dieser Enzymreaktion genügend studiert war, ist von den Wirkungen der Chlorophyllase in ausgedehntem Masse zu präparativen Zwecken Anwendung gemacht worden. Die Bildung des „kristallisierten Chlorophylls“ hat nichts Zufälliges mehr. Aus frischen wie aus getrockneten Blättern lässt sich fast das gesamte Chlorophyll in Form der Äthyl- oder Methylverbindung (Äthyl- und Methylchlorophyllid) abscheiden oder durch Hydrolyse in Form der entsprechenden freien Karbonsäure, Chlorophyllid.

Umgekehrt ist auch die Synthese des Chlorophylls aus den zwei Komponenten gelungen, nämlich aus der Säure Chlorophyllid und dem Alkohol Phytol durch Esterifizierung unter der katalytischen Wirkung der Chlorophyllase.

Für den Vergleich der verschiedenen Pflanzen kommt nun zu den beiden ersten Merkmalen, dem Magnesium und dem Phytol, die genauere Untersuchung des Phytochrominkernes, der bei der Ver-

seifung des Phäophytins in Form hochmolekularer, stickstoffhaltiger Karbonsäuren auftritt. Anfangs hat die Untersuchung zu einer grossen Zahl verschiedener Spaltungsprodukte geführt, die zwei Gruppen angehören: die einen, Phytochlorine, sind in indifferenter Lösung olivgrün, die anderen, Phytorhodine, rot. Die basische Natur dieser Verbindungen zeigt ausserordentliche Differenzierung; darauf konnte eine wichtige Methode zu ihrer Untersuchung und Trennung gegründet werden. In dem Masse aber, als die Vorbehandlung des Pflanzenmaterials und namentlich die Extraktion und die Behandlung der Extrakte mit Säure verbessert und gleichmässiger gestaltet worden, sind alle Unterschiede zwischen den Chlorophyllderivaten verschiedener Herkunft spärlicher und seltener geworden, und es ist schliesslich gelungen, die Methoden für den Abbau so zu vervollkommnen, dass aus jeglichem grünen Blatt zwei und zwar ausschliesslich zwei Spaltungsprodukte hervorgehen, ein

Phytochlorin e von der Zusammensetzung $C_{34}H_{34}O_5N_4$ und ein
Phytorhodin g " " " $C_{34}H_{34}O_7N_4$

Frische Blätter, die sofort nach dem Pflücken extrahiert werden, und sorgfältig getrocknete Blätter ergeben ganz übereinstimmende Resultate. Das Chlorophyll ist allerdings in den alkoholischen Lösungen sehr veränderlich; labile Atomgruppen in seinem Molekül bedingen leicht Isomerisationen. Es war daher ein Haupterfordernis für die Untersuchung des Chlorophylls, die Ursachen der in den Lösungen eintretenden Veränderungen aufzusuchen und zu finden, wie diese Veränderungen hintangehalten werden. Auf dieser Grundlage ist endlich der Beweis geführt worden, dass das Chlorophyll aus allen untersuchten Pflanzen identisch ist.

Das gemeinsame Auftreten eines grünen und eines roten Spaltungsproduktes bei der aufeinanderfolgenden Hydrolyse durch Säure und Alkali konnte durch den Zerfall eines grösseren Moleküls in zwei Bruchstücke bedingt sein, oder dadurch, dass eines einen früheren, das zweite einen folgenden Zustand des Abbaus repräsentiert. Diese Erklärungen werden den Beobachtungen nicht gerecht, vielmehr ist es bewiesen worden, dass das Chlorophyll, infolgedessen auch das Phäophytin stets ein Gemisch aus zwei Komponenten ist, von denen die eine das Phytochlorin e, die andere Phytorhodin g beim Abbau liefert. Die eine Komponente, sie soll als Chlorophyll a bezeichnet werden, ist blaugrün, die zweite, Chlorophyll b, gelbgrün. Der Abbau zum Chlorin und Rhodin wird durch folgende Formeln kurz skizziert:

$$[MgN_4C_{32}H_{30}O]\,COOCH_3\cdot COOC_{20}H_{39}$$
Chlorophyll a

↓

$$[N_4C_{32}H_{32}O]\,COOCH_3\cdot COOC_{20}H_{39}$$
Phäophytin a

↓

$$[N_4C_{32}H_{32}O]\,COOCH_3\cdot COOH$$
Phäophorbid a

↓

$$[N_4C_{32}H_{32}O](COOH)_2 = C_{34}H_{34}O_5N_4$$
Phytochlorin e

$$[MgN_4C_{32}H_{28}O_2]\,COOCH_3\cdot COOC_{20}H_{39}$$
Chlorophyll b

↓

$$[N_4C_{32}H_{30}O_2]\,COOCH_3\cdot COOC_{20}H_{39}$$
Phäophytin b

↓

$$[N_4C_{32}H_{30}O_2]\,COOCH_3\cdot COOH$$
Phäophorbid b

↓

$$[N_4C_{32}H_{32}O_3](COOH)_2 = C_{34}H_{34}O_7N_4$$
Phytorhodin g

Mit dieser Feststellung wird nur eine Ansicht bestätigt, die schon im Jahre 1864 der englische Physiker Stokes geäussert hat, leider nur mit ein paar kurzen Worten. Stokes hat spektroskopisch das Chlorophyll als ein Gemisch erkannt und er hat es durch Verteilung zwischen Alkohol und Schwefelkohlenstoff geschieden, also mit einem Verfahren der Entmischung, das nachher Sorby und Kraus wieder entdeckt und ausgebildet haben, und das seitdem viel angewandt wird, namentlich um zu zeigen, dass den grünen Farbstoff gelbe Pigmente begleiten. Die Ansicht von Stokes hat in neuerer Zeit Tswett in Warschau auf originellem Wege bestätigt, nämlich durch eine Trennung des natürlichen Pigmentes in analytischem Masstab mittels fraktionierter Adsorption aus seinen Lösungen. Während es aber bisher schlechterdings unmöglich war, zu prüfen, ob nicht bei der Extraktion und bei den Trennungsoperationen erst eine Änderung des Farbstoffes erfolgt, ermöglicht jetzt der Abbau zu den typischen Spaltungsprodukten den Nachweis des unveränderten Phytochromins. Erst da die chemischen Merkmale des Chlorophylls genügend bekannt sind, kann zwischen der lange fast vergessenen

Hypothese von Stokes und vielen entgegenstehenden Anschauungen, wie den Angaben von Etard über die unendliche Variabilität des Chlorophylls, die Entscheidung erbracht werden. Die chemische Kennzeichnung des Chlorophylls ist die Voraussetzung gewesen, um das Chlorophyll in unverändertem und reinem Zustand als Gemisch seiner Komponenten und in Form der getrennten Komponenten zu isolieren und durch seine Analyse die Folgerungen zu bestätigen, die zuerst aus der Untersuchung der Derivate gezogen worden waren.

Die Isolierung des Chlorophylls beruht auf der quantitativen kolorimetrischen Bestimmung des Reinheitsgrades seiner Lösungen und auf ihrer systematischen Steigerung durch eine im Wesen neue Anwendung des alten Entmischungsverfahrens. Die Verteilung der in den Extrakten enthaltenen Stoffe zwischen mehreren miteinander nicht mischbaren Lösungsmitteln (Holzgeist-Petroläther) geschieht nämlich hier fürs erste nicht, um die optisch differierenden Komponenten zu entmischen, sondern um die gelben und noch mehr die farblosen Begleiter des Chlorophylls abzutrennen. Aus Extrakten, die infolge der grossen Menge von farblosen Begleitstoffen nur 8- bis 16prozentiges Chlorophyll enthalten, gehen Lösungen von zirka 70prozentigem Chlorophyll durch die Entmischungsoperationen hervor. Dann endlich verhilft eine unerwartete Beobachtung zur Lösung der Aufgabe. Wenn das Chlorophyll einen gewissen Reinheitsgrad erreicht hat, ist es zwar noch in alkoholhaltigem Petroläther leicht löslich, aber überraschender Weise nicht mehr in reinem Petroläther. Wenn man durch Waschen den Äthyl- oder Methylalkohol entfernt, scheidet sich das Chlorophyll aus und es kann durch Umscheiden aus Äther mit Petroläther gereinigt werden.

Anfangs war dieses Verfahren mühsam und die Ausbeute gering. In unveröffentlichten Versuchen ist durch Abänderungen in der Extraktion und der Entmischung das Verfahren vervollkommnet worden, so dass man ohne grosse Mühe aus einigen Kilogrammen Brennesselmehl das vollkommen reine Chlorophyll in ein paar Stunden mit einer Ausbeute von gegen 80 Prozent der gesamten Menge isolieren kann. Das Verfahren lässt sich auf frische Blätter übertragen und wie im ganzen Verlauf der Untersuchung ergibt sich auch bei der Darstellung der Chlorophyllpräparate und in ihren Eigenschaften kein Unterschied zwischen den frisch gepflückten und den getrockneten Blättern. In 40 Minuten lässt sich aus 1/4 kg frischer Brennesselblätter 1/4 g vollkommen reines Chlorophyll isolieren; man kann mit mehr Zeitaufwand 2 1/2 kg frischer Blätter auf einmal verarbeiten und daraus 4 g Chlorophyll gewinnen, d. i. etwa vier Fünftel vom Chlorophyllgehalt der Blätter.

Der Blattfarbstoff kann also heute mindestens so leicht rein isoliert werden wie irgend ein anderer Pflanzenbestandteil, wie ein Alkaloid oder ein Zucker.

Eine Schwierigkeit bei dieser Reindarstellung des grünen Pigmentes hat die Abtrennung der gelben Begleiter geboten. Borodin und nach ihm andere Botaniker haben dieselben in zwei Gruppen eingeteilt, von denen die eine die in Benzin leicht, in Alkohol schwer löslichen gelben Pigmente umfasst, die zweite die in Benzin unlöslichen, in Alkohol löslichen. Der in Benzin leicht lösliche Farbstoff ist, was Arnaud wahrscheinlich gemacht hat, identisch mit dem Carotin der Möhre. Unsere Analyse hat ergeben, dass es ein ungesättigter Kohlenwasserstoff von der Formel $C_{40}H_{56}$ ist. Auch der kristallisierende Repräsentant der zweiten Gruppe, das Xanthophyll, konnte isoliert werden. Er unterscheidet sich in der Zusammensetzung vom Carotin nur durch das Plus von zwei Atomen Sauerstoff. Beide gelbe Pigmente zeichnen sich durch ihre grosse Affinität zum Sauerstoff aus, den sie gierig absorbieren.

Wenn wir bei dem Entmischungsprozess zur Isolierung des Chlorophylls die verschiedenen Fraktionen durch den Abbau zum Phytochlorin und Phytorhodin analysieren, so beobachten wir die ungleiche Verteilung der zwei Chlorophyllkomponenten zwischen Methylalkohol und Petroläther. Die systematische Fraktionierung hat in einer unveröffentlichten Arbeit zu dem Ergebnis geführt, dass sich das Komponentenverhältnis mehr und mehr verschob und endlich so weit, dass aus dem Gemisch die ganz einheitlichen Komponenten hervorgingen. Aus der gereinigten petrolätherischen Lösung des Gesamtchlorophylls erhielt man nach zwanzig Ausschüttlungen mit wasserhaltigem Holzgeist in der petrolätherischen Schicht das blaugrüne Chlorophyll a und in der holzgeistigen Lösung nach weiteren Entmischungsvorgängen das vergleichsweise gelbstichig grüne Chlorophyll b.

Die Analyse der getrennten Komponenten hat ergeben, dass beide in gleichem Prozentbetrag Magnesium und Phytol enthalten. Die Zusammensetzung des Komponenten ist trotz ihrer optischen Verschiedenheit sehr ähnlich. Der Unterschied besteht in einer verschiedenen Oxydationsstufe. Am Chlorophyll selbst und an den kristallisierten Chlorophylliden bestätigt sich, was die Formeln von Phytochlorin e und Phytorhodin g ausgesagt haben: die Verbindungen der Reihe b leiten sich von a wahrscheinlich dadurch ab, dass zwei Atome Wasserstoff durch ein Atom Sauerstoff ersetzt werden. Diese Substitution bedingt einen Unterschied um ein Molekül Sauerstoff. Bei der Grösse des Chlorophyllmoleküls erscheint freilich ein solches Resultat unsicher: die Differenz

könnte nach den Analysen statt O_2 auch CO_2 sein und das würde für die Erklärung der chemischen Rolle des Chlorophylls sehr viel ausmachen. Die Beziehung zwischen den beiden Komponenten kann erst als festgestellt gelten, seitdem in einer unveröffentlichten Arbeit von L. Forsén vor kurzem die Umwandlung der Komponente b in eine Verbindung der Reihe a mittels eines gelinden Reduktionsverfahrens erzielt worden ist. Das Chlorophyll besteht also aus zwei Oxydationsstufen eines und desselben Kernes.

Um das Gewichtsverhältnis der beiden Komponenten zu bestimmen, ist eine quantitative Methode geschaffen worden, die auf der Überführung des Chlorophylls in Phytochlorin und Phytorhodin und der kolorimetrischen Bestimmung dieser Spaltungsprodukte durch Vergleich mit Lösungen von bekanntem Gehalt beruht. Dabei ist es notwendig, mit quantitativer Ausbeute beim Extrahieren und den folgenden Operationen zu arbeiten, um Verschiebungen in dem Verhältnis von a : b zu verhüten. Dieses Verhältnis scheint ziemlich annähernd konstant zu sein, unabhängig von der untersuchten Pflanzenart und den Lebensbedingungen der Pflanze. Im Mittel von 24 Versuchen finden wir 2·5(7) Mole Chlorophyll a auf 1 Mol Chlorophyll b, die mittleren Abweichungen von diesem Durchschnittswerte betragen gegen 10 Prozent, die grössten Abweichungen von ± 0·4 liegen vielleicht noch innerhalb der Fehlergrenzen unserer Bestimmungen.

Auf Grund der geschilderten analytischen Untersuchung des grünen Pigmentes lässt sich schon heute der Versuch machen, von der chemischen Funktion des Chlorophylls eine Vorstellung zu entwickeln.

Wir können uns die Rolle des Magnesiums ähnlich wie in den von Barbier und Grignard entdeckten Organomagnesiumverbindungen denken, die bekanntlich in der organischen Synthese infolge ihrer ausserordentlichen Reaktionsfähigkeit die grösste Wichtigkeit erlangt haben. Diese Ansicht, die ich gelegentlich der Veröffentlichung des Magnesiumgehaltes von Chlorophyll geäussert habe, ist bei den Fachgenossen auf Widerspruch gestossen, weil man als das Wesentliche der Barbier-Grignardschen Magnesiumverbindungen die Bindung von Magnesium an Kohlenstoff betrachten wollte, indessen mit Unrecht, wie das Beispiel des im Jahre 1909 von Oddo untersuchten Pyrrolmagnesiumjodids zeigt, das mit Kohlendioxyd unter Bindung desselben an Kohlenstoff reagiert:

```
        N — MgJ                           NH
                     mit CO2
  HC          CH     ------->   HC          C — COOMgJ

  HC  ——————  CH                HC  ——————  CH
```

Dies ist eine ähnliche Erscheinung wie die Methylierung des Natracetessigesters am Kohlenstoff.

Die Magnesiumverbindung mit Magnesium am Stickstoff zeigt also dieselbe Reaktionsfähigkeit wie die Grignardschen Verbindungen mit Magnesium an Kohlenstoff, z. B. bei der Carbonsäuresynthese:

$$\text{MgBr} \xrightarrow{\text{mit } CO_2} \text{COOMgBr}$$

und es kann wohl *keine scharfe Grenze zwischen Magnesiumphenyljodid, Pyrrolmagnesiumjodid und Chlorophyll gezogen werden.*

Dieser Vergleich fordert nicht, dass das Chlorophyll die Kohlensäure seinem Molekül einverleibe; dies wird verhindert durch die Substitutionen in den Pyrrolkernen. Vielmehr lässt sich die Funktion des Chlorophylls heute so denken, dass die Affinität der Magnesiumverbindung zur Kohlensäure diese in den Wirkungsbereich der reaktionsfähigen Gruppen des Moleküls zieht und dass die Chlorophyllkomponente a die Reduktion der Kohlensäure in einem Prozesse bewirkt, auf welchen die von dem Farbstoff absorbierte Lichtenergie übertragen wird. Das Chlorophyll a oxydiert sich dabei zum Chlorophyll b. Das Chlorophyll b wird durch Abspaltung von Sauerstoff wieder in das Chlorophyll a zurückverwandelt, und es stellt sich zwischen beiden Komponenten ein Gleichgewichtszustand ein.

Es ist möglich, aber nicht wahrscheinlich, dass diese Abspaltung von Sauerstoff direkt aus der Komponente b erfolgt. Eher kann man sich die Rückverwandlung unter Beteiligung der gelben Pigmente Carotin und Xanthophyll vorstellen, welche die grünen Farbstoffe in den Chlorophyllkörpern konstant begleiten und daher wohl durch eine Funktion verbunden sind mit dem grünen Pigment. Vielleicht ist ihre Funktion die Regulierung des Verhältnisses der Komponenten a und b, etwa in der Weise, dass Carotin dem Chlorophyll b Sauerstoff entzieht, wobei es sich zu einem Xanthophyll oxydiert und dass dieses unter der Wirkung eines katalase- oder reduktaseähnlichen Enzyms freien Sauerstoff entbindet.

Es ist das Ziel für die künftige Fortsetzung der Untersuchung, das bei der Assimilation der Kohlensäure wirksame System vollständiger zu erforschen und schliesslich mit Hilfe der isolierten Komponenten des Systems die Assimilation ausserhalb der Pflanze zu erzielen.

Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf flüssige Dielektrika.

Von

Alexander Trapesnikow.

Einleitung.

Bald nach der Entdeckung der X-Strahlen durch Röntgen[1] machte J. J. Thomson[2] die Beobachtung, dass ein positiv oder negativ elektrisch geladener Leiter, welcher von einem Isolator, wie festes Paraffin, Schwefel, Ebonit, Glimmer oder Paraffinöl, umgeben ist, seine Ladung verliert, sobald das betreffende Medium der Wirkung der Röntgenstrahlen ausgesetzt wird. Daraus zog Thomson den Schluss, dass alle Isolatoren unter der Bestrahlung leitend werden. Weitere Versuche über den Gegenstand sind von Benoist und Hurmuzescu[3]) ausgeführt worden, die auch eine Leitfähigkeitserhöhung in Paraffin beobachten konnten. W. C. Röntgen[4], S. P. Thomson[5] und A. Righi[6] konnten dagegen eine Leitfähigkeitserhöhung in Paraffin nicht nachweisen. Ebenfalls negative Resultate erhielten Lord Kelvin, J. C. Beattie und M. Smoluchovsky de Smolan[7], die selbst bei Feldstärken von 2500 Volt/cm keinen deutlichen Effekt nachweisen konnten.

Nach der Entdeckung, dass die radioaktiven Substanzen die Luft in ähnlicher Weise wie die Röntgenstrahlen leitend machen[8], stellte man sich die Frage, ob diese Körper auch einen Einfluss auf die Leitfähigkeit der Isolatoren haben könnten. P. Curie[9]), der zuerst

[1]) W. C. Röntgen, Sitzber. d. Würzb. phys.-med. Ges., p. 132, 1895.

[2]) J. J. Thomson, Nature **53** p. 391, 1896; Journ. de phys. (3) **5**, p. 165, 1896.

[3]) Benoist und Hurmuzescu, Journ. de phys. (3) **5**, p. 110–111; 358–362, 1896; C. R. **122** p. 779, 1896.

[4]) W. C. Röntgen, Sitzber. d. Würzb. phys.-med. Ges., 23. Jan., p. 11, 1896.

[5]) S. P. Thomson, The Elektrician **38** p. 126, 161, 1896.

[6]) A. Righi, Mem. d. R. Acc. di Bologna, 31 Maggio 1896.

[7]) Lord Kelvin, Dr. Beattie und Dr. Smolan, The Elektrician **38** p. 401, 1897; J. C. Beattie und M. Smoluchovsky de Smolan, Phil. Mg. **43** p. 418, 1897.

[8]) H. Becquerel, C. R. **122** p. 559, 1896.

[9]) P. Curie, C. R. **134**, p. 420, 1902.

Versuche in dieser Hinsicht ausführte, fand, dass Radium- wie Röntgenstrahlen in gleicher Weise die Leitfähigkeit der flüssigen Isolatoren, wie Schwefelkohlenstoff, Petroläther, Amylen, Benzin, flüssige Luft und Vaselinöl, erhöhen.

Die Leitfähigkeitszunahme verläuft zuerst proportional mit der angelegten Spannung, von einer gewissen Feldstärke an aber langsamer als diese. Diese Sättigungserscheinung ist bei Anwendung kleinerer Strahlungsintensitäten bei niedrigeren Feldstärken zu beobachten. Eine Erniedrigung der Temperatur hat eine Abnahme des Ionisierungsstromes zur Folge.

Im übrigen ist die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen ungefähr von derselben Grössenordnung. Alle darauf folgenden Untersuchungen über den Gegenstand sind mit Strahlen der radioaktiven Körper ausgeführt.

A. Righi[1]) findet eine Erhöhung der Leitfähigkeit in Petroläther, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Olivenöl und Vaselinöl. Die Untersuchungen von G. Jaffé[2]) an Petroläther, Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff und Benzol zeigten, dass bei der Bestrahlung ein Ionisierungsstrom entsteht, welcher mit wachsendem Abstande der Elektroden zunimmt. Ferner, dass man sich diesen Strom aus zwei Teilen zusammengesetzt denken kann, von denen der eine ganz analog dem Ionisierungsstrome in Gasen gesättigt wird, der andere dagegen dem Ohmschen Gesetze folgt („Leitungsstrom"). Für diese Beziehung zwischen der Stromstärke und dem Felde gilt die Formel: $i = f(e) + ce$, wo $f(e)$ von einer gewissen Feldstärke e an konstant bleibt und den gesättigten Teil des Stromes charakterisiert; ce ist der Ohmsche Strom. Nach diesen Untersuchungen von G. Jaffé ist $f(e)$ gesättigt innerhalb der Grenzen 500—1000 Volt/cm; ce wächst linear bis zu den höchsten verwendeten Feldern (6600 Volt/cm).

H. Greinacher[3]) zeigte, dass auch die α-Strahlen die Leitfähigkeit von Paraffinöl und Petroläther erhöhen, dass aber die Ionisierung viel geringer ist, als in Luft. Ferner ergab sich, dass die Sättigungskurve für die beiden Flüssigkeiten verschieden verläuft, und das Anwachsen bzw. Verschwinden des Ionisierungsstromes ungleich rasch erfolgt, woraus auf eine verschiedene Ionenbeweglichkeit zu schliessen wäre.

Aus den Untersuchungen von G. Jaffé[4]) an Hexan, Heptan und Petroläther folgt, dass diese flüssigen Dielektrika mit steigendem

[1]) A. Righi, Phys. Z. S. **6** p. 877, 1905.
[2]) G. Jaffé, Journ. de phys. (4) **5** p. 263, 1906; Ann. d. Phys. **25** p. 257, 1908.
[3]) H. Greinacher, Phys. Z. S. **10** p. 986, 1909.
[4]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **28** p. 326, 1909.

Grade ihrer Reinheit im Bezug auf ihr Verhalten gegenüber der Bestrahlung immer weniger abweichen von demjenigen der Gase. Die Sättigungserscheinung tritt bei immer geringeren Feldstärken ein, wird allmählich vollständiger, bis schliesslich eine Stromkurve erhalten wird analog denen in Gasen. (Eine vollständige Sättigung war schon bei 200 Volt cm zu beobachten.) Das zeitliche Anwachsen bzw. Verschwinden des Ionisierungsstromes in reinen Substanzen erfolgt fast momentan, was bei verhältnismässig unreinen nicht der Fall ist. Ebenfalls wird der Ionisierungsstrom, welcher bei unreinen Proben mit der Temperatur steigt,[1] bei den sorgfältig gereinigten davon unabhängig.

Dieses verschiedene Verhalten der flüssigen Dielektrika von demjenigen der Gase scheint sich durch die Annahme zu erklären,[2] dass der Ionisierungsstrom durch die Existenz zweier Arten von Ionen bedingt ist. Die erste besteht aus beweglicheren Ionen, die durch die Strahlung gebildet werden und sich analog den in Gasen gebildeten verhalten („Strahlungsionen"). Die Sättigung des Stromes wird durch die Anwesenheit dieser „Strahlungsionen" bedingt. Die zweite Art der Ionen rührt von der Eigendissoziation der Flüssigkeit her, ist elektrolytischer Natur und besteht aus schwer beweglichen, aber zahlreichen oder hinreichend schnell nachzubildenden Ionen. Bei den höheren Feldstärken werden zwar die „Strahlungsionen" nicht mehr untereinander, aber mit den elektrolytischen sich vereinigen können, was die fortwährende Stromzunahme mit der Spannungserhöhung erklären würde. Je mehr die Flüssigkeit dissoziiert ist, desto stärker wird das Anwachsen erfolgen. In diesem Falle kann der Ohmsche Teil der Kurve vielleicht nur bei sehr hohen Feldstärken in einen vollständig gesättigten Strom übergehen.

Die Eigenleitfähigkeit der ganz reinen Flüssigkeit (Hexan) wird unmerklich klein und scheint überhaupt grösstenteils von einer äusseren radioaktiven Strahlung herzurühren. (Auf die Analogie, welche zwischen der Eigenleitfähigkeit der flüssigen Dielektrika und derjenigen der Gase besteht, ist zuerst von E. v. Schweidler[3] hingewiesen worden.)

Die erwähnten Untersuchungen führten zu der Frage nach den Beweglichkeiten der „Strahlungsionen". Aus der Form der Sättigungsstromkurve und dem zeitlichen Abfalle des Ionisierungsstromes nach der Entfernung der Strahlungsquelle bestimmten C. Böhm-Wendt und

1) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257. 1908.

2) G. Jaffé, Journ. de phys. (4) **5** p. 263. 1906; Ann. d. Phys. **25** p. 257. 1908; Ann. d. Phys. **28** p. 326. 1909.

3) E. v. Schweidler, Wien. Ber. **109** IIa p. 964. 1900; Ann. d. Phys. **4** p. 307. **5** p. 483. 1901. — Vergl. auch K. Przibram, Wien. Ber. **114** IIa p. 1461. 1905.

E. v. Schweidler[1]), indem sie die Gesetzmässigkeiten, die für Gase gültig sind, auf Flüssigkeiten übertrugen, die Summe der spezifischen Geschwindigkeiten und den Wiedervereinigungskoeffizienten der Ionen in Petroläther der Grössenordnung nach. Durch direkte Messung nach der Methode von Langevin[2]) hat G. Jaffé[3]) die spezifischen Geschwindigkeiten der Ionen in Hexan ermittelt. Aus diesen Arbeiten geht hervor, dass der Grössenordnung nach diese Geschwindigkeiten denen in wässerigen Lösungen der Elektrolyte sich befindenden Ionen gleich sind, dass aber erhebliche Unterschiede wie in den Geschwindigkeiten, so auch in den Wiedervereinigungskoeffizienten der verschiedenen Flüssigkeiten vorhanden sind, und schliesslich, dass die Formel der Massenwirkung $\frac{dn}{dt} = -\alpha n^2$ für Gase nicht ohne weiteres auf die Flüssigkeiten übertragen werden kann.

Was die Ionisation der festen Dielektrika betrifft, so sind die Angaben nicht so übereinstimmend wie für die flüssigen. Ausser den oben erwähnten, mit Röntgenstrahlen gemachten Versuchen, sind die von A. Becker[4]), H. Becquerel[5]), A. Righi[6]), B. Hodgson[7]), T. Bialobjesky[8]) mit *Ra*-Strahlen und von T. Bialobjesky[9]) und H. Greinacher[10]) mit α-Strahlen ausgeführt worden. A. Becker beobachtete eine Leitfähigkeitserhöhung in Schellack, Paraffin, Glimmer und Hartgummi. Der Ionisierungsstrom soll proportional mit der angelegten Spannung wachsen, was auch J. J. Thomson und Mc. Clelland[11]) für Röntgenstrahlen gefunden haben. Die Zeit, während der der Strom seinen Endwert, bzw. Anfangswert erreicht, ist viel grösser als bei flüssigen Isolatoren. Die Stromstärke ist von dem Vorzeichen der Spannung unabhängig. Auch H. Becquerel hat eine deutliche Leitfähigkeitserhöhung, die sehr langsam verschwindet, in festem Paraffin beobachten können. Die Versuche von T. Bialobjesky zeigten, dass der Ionisierungsstrom mit der Temperatur erheblich wächst, und bei gewissen Feldstärken eine Sättigungserscheinung zu beobachten ist. B. Hodgson konnte ausser in Paraffin eine Ionisation in Vaselin, Glas und Ebonit nachweisen und T. Bialobjesky in Schwefel mit α-Strahlen.

[1]) C. Böhm-Wendt und E. v. Schweidler, Phys. Z. S. **10** p. 379, 1909.
[2]) P. Langevin, Ann. de chim. et de phys. **28** p. 289, 1903.
[3]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **32** p. 148, 1910.
[4]) A. Becker, Ann. d. Phys. **12** p. 124, 1903.
[5]) H. Becquerel, C. R. **136** p. 1173, 1903.
[6]) A. Righi, Phys. Z. S. **6** p. 877, 1905.
[7]) B. Hodgson, Phil. Mg. **18** p. 252, 1909
[8]) T. Bialobjesky, C. R. **149** p. 279, 1909.
[9]) T. Bialobjesky, C. R. **149** p. 120, 1909.
[10]) H. Greinacher, Le Radium **6**, p. 291, 1909.
[11]) J. J. Thomson, Nature **53** p. 581, 1896.

Dagegen erhielt A. Righi mit *Ra*-Strahlen negative Resultate in Paraffin, Schellack, Schwefel und Kalophonium. Nach seinen Versuchen war nur die Ladung der β-Strahlen nachzuweisen, nicht aber die erzeugte Leitfähigkeit. H. Greinacher, der bei sehr hohen Feldstärken (20000 Volt cm) und grosser Empfindlichkeit gearbeitet hat,

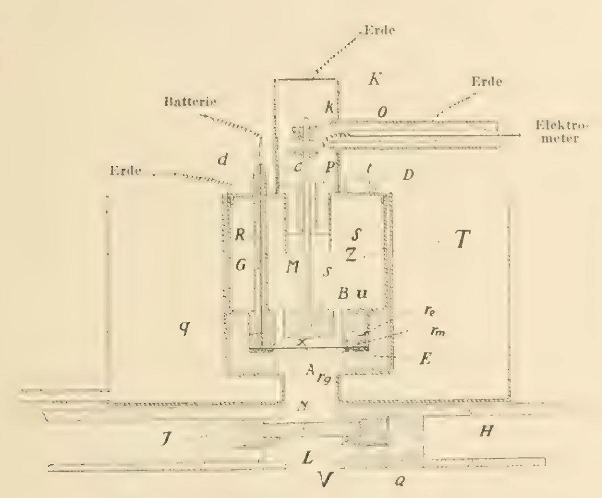


Fig. 1. Messkondensator (1/2 der natürl. Grösse).

konnte mit α-Strahlen zwar eine Stromerhöhung in Schellack und Paraffin beobachten, die aber nicht auf die Leitfähigkeitserhöhung des Dielektrikums zurückzuführen war.

Aus der angeführten kurzen Übersicht ist zu ersehen, dass die älteren Arbeiten über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Isolatoren nicht so gründlich durchgeführt wurden, wie die neueren mit den Strahlen der radioaktiven Körper. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war nun, die Wirkung der Röntgenstrahlen auf verschiedene flüssige Isolatoren unter möglichster Variation der Versuchsbedingungen (grössere Feldstärken, Temperatureinflüsse, zeitlicher Verlauf der Stromänderung) zu untersuchen und mit den Ergebnissen der Arbeiten mit *Ra*-Strahlen zu vergleichen.

I. Versuchsanordnung.

Zu den Untersuchungen über die erzwungene Leitfähigkeit der Isolatoren benutzte ich einen Plattenkondensator, der folgendermassen gebaut war.

Der geerdete Messingzylinder Z (Fig. 1) dient als Behälter des Isolators und ist in den Thermostaten T hineingestellt. Die zu untersuchende Flüssigkeitsschicht befindet sich zwischen den Elektroden A und B und wird von unten bestrahlt. Die Strahlen kommen aus der runden Öffnung V des 0,25 cm dicken Bleikastens Q, in welchem die Röntgenröhre sich befindet, und durchsetzen die kreisförmige 0,0057 cm dicke Aluminiumelektrode A. Die Elektrode wird auf den Messingring r_1 mittels der Ebonitmuffe E, welche auf den unteren Teil u des Messingzylinders aufgeschraubt ist, gepresst. Um einen dichteren Verschluss zu haben, ist zwischen der Elektrode und Muffe ein dünner Gummiring r_2 eingefügt.[1] An diese Elektrode wird die Spannung einer Batterie angelegt. Als Zuleitung dient der an den Ring r_1 angelötete Draht d, welcher durch den die untere Elektrode isolierenden Ebonit- oder Bernsteinring r_3 und die Glasröhre G hindurchgeht. Diese steckt in der Messingröhre R, welche an den Boden des Gefässes angelötet ist.

Die obere Elektrode B besteht aus einem Messingzylinder von 1 cm Höhe[2]) und 2,54 cm² Bodenfläche und wird auf das Gewinde der Stange S aufgeschraubt. Um die Kraftlinien, welche von dem Ring r_1 zur oberen Elektrode gehen, möglichst abzuschneiden, ist der ringförmige Rand s des unteren Teiles u des Zylinders angebracht. Die Stange S geht durch die Messingschraubenmutter M, welche in dem Ebonit- bzw. Bernsteinpropfen P befestigt ist, und wird mittels eines Schraubenkontaktes mit der Zuleitung vom Elektrometer verbunden. Die Stange, deren Schraubengang 0,6 mm beträgt, kann mittels der kleinen Muffe k, welche auf der oberen Fläche eine Kreisteilung von 12 Strichen hat, herauf- oder heruntergeschraubt werden. Der Abstand der Elektroden wird durch einen Zeiger, welcher auf einem auf dem Deckel D befestigten Stäbchen in einer Vertikalebene gleiten kann, angegeben.[3] Der Ebonitpropfen P sitzt in dem Schutz-

[1]) Ein solcher unten angebrachter Verschluss hat sich als genügend flüssigkeitsdicht erwiesen. Zwar gelangten nach längerem Stehen des Gefässes kleine Mengen der Flüssigkeit zwischen den Boden des Zylinders und die Ebonitmuffe bei q, was aber nach Bekitten dieser undichten Stelle mit Klebwachs verhindert wurde.

[2]) Die Absorptionsversuche zeigten, dass die Strahlen von einer so dicken Messingschicht vollständig absorbiert werden; es fand also keine Ionisierung oberhalb dieser Elektrode statt. Dies haben auch Kontrollversuche mit Spannungen von verschiedenen Vorzeichen gezeigt.

[3]) Der Zeiger und das Stäbchen sind auf der Figur nicht angegeben.

zylinder s des an das Gefäss fest anliegenden Deckels, an welchem noch ein kleiner zylindrischer Aufsatz t für das Thermometer angelötet ist.

Zum elektrostatischen Schutze der oberen Elektrode wird auf den Propfen P der Messingring C und die zur Erde abgeleitete Kappe K aufgesetzt. Der Ring hat eine Halbkreisöffnung, die Kappe einen Schlitz, so dass die die Zuleitung führende Röhre O, welche mit Schellack ausgegossen ist, in die kreisförmige Öffnung gerade hineinpasst. Der Thermostat T ist von Baumwolle umgeben und befindet sich in

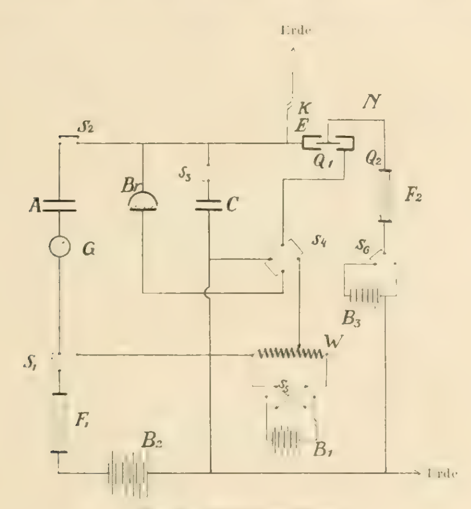


Fig. 2. Schaltungsschema.

dem Holzkasten H. An den Boden dieses Kastens sind Holzschienen J festgeschraubt, auf denen der Schlittenapparat L mit einer 0,5 cm dicken Bleiblende N vom Beobachtungsplatze aus unter die Al-Elektrode hin- oder weggeschoben wurde. Der Holzkasten steht auf dem Bleikasten Q.

Der Thermostat wird entweder mit Paraffinöl oder mit Eis gefüllt. Im letzteren Falle wurde durch eine Hebervorrichtung dafür gesorgt, dass das Niveau des Eiswassers automatisch konstant blieb. Zur Herstellung höherer Temperaturen wurde das Paraffinöl durch den städtischen Wechselstrom mittels einer mit Manganindraht umwickelten Holzspule erhitzt.

Als Messmethode benutzte ich die der konstanten Elektrometerausschläge von Bronson.[1])

Das Schaltungsschema ist aus der Fig. 2 zu ersehen. Die untere Elektrode des Messapparates A wird mittels der Hochspannungsbatterie B_2 (40—1920 Volt, von P. Klingelfuss u. Co., Basel) über den Amylalkoholwiderstand F_1 und das Galvanoskop G geladen.[2]) Von der oberen Elektrode gelangt der zu messende Strom zu dem einen Quadrantenpaar Q_1 des Elektrometers E (wozu der federnde Kontakt K unterbrochen wird) und zur gleichen Zeit durch den Bronsonwiderstand Br zur Erde. Das andere Quadrantenpaar Q_2 liegt entweder an Erde, oder kann zur Kompensation allzugrosser Ausschläge durch Abzweigung an W von B_1 aus auf ein passendes Potential gebracht werden, welch letztere Schaltung gewöhnlich zur mehrmaligen Kontrolle der Empfindlichkeit diente. Die Nadel N des Elektrometers wird durch eine Krügersche Batterie B_3 von etwa 100 Volt über der Amylalkoholwiderstand F_2 geladen. Das benutzte Elektrometer war ein Quadranteninstrument von Dolezalek, hatte als Suspension einen Wollastondraht von 10 μ (bzw. 7 μ) Durchmesser mit einer Schwingungsdauer von 10 Sekunden und einer Dämpfung, die jede 40—50 Sekunden Ablesungen zu machen erlaubte. Die Empfindlichkeit betrug im Mittel 160 mm/Volt bei einem Skalenabstande von 2,2 m.

Der Bronsonwiderstand hatte als ionisierende Substanz Polonium und betrug durchschnittlich $1{,}50 \cdot 10^{10}$ Ohm. Derselbe wurde ab und zu geeicht, indem der Siemens'sche Normalkondensator C, der so gross war, dass die Kapazität des Systems vernachlässigt werden konnte, parallel dem Br eingeschaltet wurde (Schalter S_3), und die Abhängigkeit der Stromstärke von der an den Br angelegten Spannung bestimmt. Schon die Vorversuche zeigten, dass die Ionisationsströme so erheblich werden, dass eine Stromempfindlichkeit von etwa 10^{-12} Amp./Skal. nicht allzuklein sein würde.

Aus diesem Grunde sind meine Untersuchungen mit einer mittleren Stromempfindlichkeit von $4{,}04 \cdot 10^{-13}$ Amp./Skal. ausgeführt.

War die Eigenleitfähigkeit der untersuchten Flüssigkeit zu gross, so wurde dieselbe galvanometrisch gemessen. Das benutzte Drehspulengalvanometer hatte eine Empfindlichkeit von $3{,}14 \cdot 10^{-10}$ Amp./Skal. bei einem Skalenabstande von 1,8 m.

Als Strahlungsquelle benutzte ich eine Intensivstromröhre von 21 cm Durchmesser mit Kondensatorregenerierung und Luftkühlung

[1]) H. L. Bronson Amer. Journ. of Science Febr. 1905; Phil. Mg (6) **11** p 143, 1906.

[2]) Kleinere Potentiale wurden durch Abzweigung an W von einer gewöhnlichen Handakkumulatorenbatterie B_1, geliefert.

von E. Gundelach (Gehlberg i. Thür.), deren Axe in einer Entfernung von 16 cm von der Al-Elektrode sich befand. Die Zuleitung zur Kathode war sorgfältig von dem Bleikasten isoliert, so dass während der Versuche keine Störungen durch Nebenschlussfunken entstehen konnten.

Die Schaltung des Betriebs ist aus der Fig. 3 ersichtlich. Als Stromquelle diente die Akkumulatorenbatterie *B* von 60 Volt. *M* ist der Motor des *Hg*-Unterbrechers „Rotax," *U* der Unterbrecher selbst, A_1 und A_2 zwei Ampèremeter, W_1 und W_2 Regulierwiderstände, *I* das Induktorium und *F* eine Funkenstrecke.

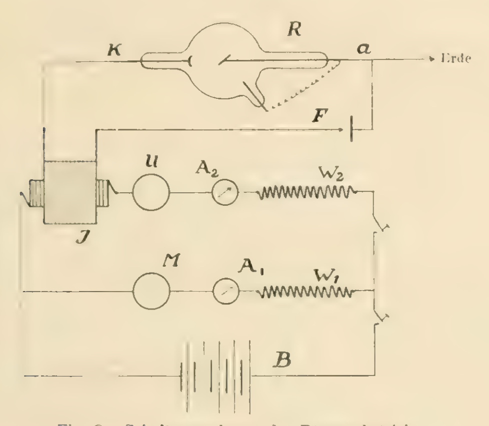


Fig. 3. Schaltungsschema des Röntgenbetriebs.

Das ganze mit den Messquadranten des Elektrometers verbundene System, sowie das Elektrometer selbst waren gegen elektrostatische Störungen durch geerdete Hüllen vollständig geschützt.

Die Zuleitungsdrähte waren durch mit Paraffin ausgegossene Messingröhren geführt. Auch die übrige Isolation bestand durchwegs aus Paraffin.

II. Gang der Versuche.

Der zusammengesetzte Messkondensator blieb vor den Messungen mit der zu untersuchenden Flüssigkeit eine Zeitlang stehen und erst nach mehrmaligem Ausspülen mit der zu untersuchenden Probe gefüllt. Bei dem Auswechseln der Flüssigkeiten wurde der Kondensator zuerst

mit einem reinen Tuche ausgerieben, hernach einige Male mit Petroläther, in welchem alle verwendeten Isolatoren ausser Terpentinöl sich lösten, und alsdann mit der zu untersuchenden Flüssigkeit ausgespült. Nach dem Eingiessen der Probe wurde der Deckel des Gefässes mit der oberen Elektrode vorsichtig aufgesetzt, wobei darauf geachtet wurde, dass im Gefäss so viel Flüssigkeit vorhanden war, dass der Schutzzylinder des Deckels in dieselbe eintauchte. Sodann wurde der Abstand der Elektroden mittels der oben an der Mikrometerschraube angebrachten Kreisteilung eingestellt. Der Elektrodenabstand Null wurde daran erkannt, dass beim Herunterschrauben der oberen Elektrode metallischer Kontakt mit der unteren eintrat. Das Galvanoskop G (Fig. 2) diente hiebei als Anzeigeinstrument. Nach dem Aufsetzen der Kappe wurde der Kontakt K unterbrochen und die neue Nulleinstellung der Elektrometernadel, welche infolge der kleinen e. m. K. des Bronsonwiderstandes etwas verschieden von der früheren bei geerdeten Quadranten war, bestimmt.

Bei wieder geschlossenem Kontakte K wurde die Spannung vermittels des Schlüssels S_1 angelegt und die Eigenleitfähigkeit untersucht. Wenn sich ein konstanter Wert des Stromes (Näheres darüber im Folgenden) eingestellt hatte, wurde die Röntgenröhre in Betrieb gesetzt und die Stromänderung in A beobachtet: bei vorgeschobener Bleiblende[1]) wurden die Stromkreise des Unterbrechers und des Motors geschlossen, der Widerstand W_2 (Fig. 3) und die Unterbrechungszahl so lange reguliert, bis die Röhre ein ruhiges Leuchten zeigte.[2]) Alsdann wurde der natürliche Strom in A (Fig. 2) gemessen und vom Platze aus der Schlittenapparat mittels einer Schnur weggeschoben. In dieser Weise konnte zugleich der zeitliche Verlauf der Stromänderung untersucht werden. Im Betriebe der Röntgenröhre wurde während der Messungsreihe nichts geändert. Auch war ein Regenerieren der Röhre bei fortwährender Inanspruchnahme derselben während der Zeitdauer von 1 — 2 Wochen nicht notwendig, vorausgesetzt, dass sie jeweils vorher genügend weich gemacht wurde. Je weicher dieselbe war, um so längere Zeit erhielt sich die Strahlungsintensität konstant, um so regelmässiger verlief die Einstellung des Ionisierungsstromes. Bei härterer Strahlung traten Schwankungen des Endwertes ein, so dass schliesslich eine genaue Messung der Stromstärke unmöglich wurde. In diesem Falle musste die Röhre

[1]) Die Vorversuche mit einer Stromempfindlichkeit von $1{,}44 \cdot 10^{-15}$ Amp./Skal. zeigten, dass die Wirkung der Strahlen bei der vorgeschobenen Blende nicht nachzuweisen war.

[2]) Ein viel regelmässigeres Funktionieren der Röhre bewirkte eine parallel zum Unterbrecher eingeschaltete Kapazität von 2 Mikrofarad.

frisch regeneriert werden. Ich arbeitete gewöhnlich mit einer mittleren Stromstärke in der Primärspule von 3 Amp. Die entsprechende Strahlung hatte den durchschnittlichen Absorptionskoeffizienten (in Luft gemessen) $\lambda = 18\ [\mathrm{cm}^{-1}]$ für eine Al-Schicht von 0,0057 cm. (Über Absorptionsversuche im entsprechenden Abschnitte weiter unten.)

III. Versuchsergebnisse.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf Paraffinöl, Petroläther, Ligroin, Benzol, Vaselin, Paraffin, Terpentinöl und Olivenöl. Von den erwähnten Substanzen sind die sechs ersten von verschiedener Konsistenz und gehören zu den besten Isolatoren. Terpentinöl und Olivenöl haben dagegen ein verhältnismässig grösseres Leitvermögen, während die Zähigkeit von Terpentinöl ungefähr zweimal grösser als die vom Benzol angenommen werden kann[1], und Olivenöl ist in dieser Hinsicht nicht merklich verschieden von Paraffinöl.[2] Von den verwendeten Isolatoren konnte ich eine Leitfähigkeitserhöhung durch Röntgenstrahlen in den sechs erst erwähnten Substanzen, dagegen nicht in Terpentinöl und Olivenöl nachweisen. Alle diese Isolatoren (ausser Vaselin) waren von C. A. P. Kahlbaum bezogen und ausser gelegentlicher Filtration keiner besonderen Reinigung unterworfen. Nur einige von denselben wurden mittels eines dauernd unter hoher Feldstärke durchfliessenden Stromes „elektrisch“ gereinigt.

Paraffinöl. Die gleich nach dem Anlegen der Spannung abgelesene Stromstärke blieb nicht konstant, sondern ging, wie es schon öfters beobachtet wurde[3], zuerst ziemlich schnell, dann langsamer herunter und nach einigen Minuten (je höher die Spannung, in desto kürzerer Zeit) erreichte sie ein Minimum, welches eine Zeitlang als konstant angesehen werden konnte. Nachdem sich dieser Wert eingestellt hatte, wurde der Ionisationsstrom gemessen. Fast unmittelbar nach dem Wegschieben des Schlittenapparates mit der Bleiblende konnte eine Stromvergrösserung beobachtet werden. (Um bei der gewählten Stromempfindlichkeit einen bequem messbaren Strom zu bekommen, war allerdings schon eine Feldstärke von 400 Volt/cm erforderlich.) Der Strom stieg langsam bis zu einem gewissen Werte an und blieb konstant. Nach dem Vorschieben der Blende ver-

[1] H. Gadeke, Dissert. Heidelberg. 1901.

[2] H. Koller, Wien. Ber. IIa **98** p. 894. 1889. Exners Repert. f. Phys. **26** p. 158. 1890.

[3] H. Hertz, Wied. Ann. **20** p. 279. 1883; G. Quincke, Wied. Ann. **28** p. 529. 1886; H. Koller, Wien. Ber. IIa **98** p. 201, 1889; E. Warburg, Wied. Ann. **54**, 396, 1895; A. Kleiner, Vierteljschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich, **41** II T. p. 117. 1896; M. Reich, Dissert. Berlin 1900; E. v. Schweidler, Wien. Ber. IIa **109**, 964, 1900; Ann. d. Phys. **4** p. 307, **5**. 483. 1901; H. Gadeke l. c. J. Schröder, Ann. d. Phys. **29** p. 125. 1909.

schwand allmählich der Effekt, und die Elektrometernadel kehrte in ihre ursprüngliche Lage zurück. Sowohl bei positiver als bei negativer Spannung war der Ionisierungsstrom gleich gross, wie das schon J. J. Thomson[1]) beobachtet hat. Die Tabelle I gibt eine Versuchsreihe, welche dies bestätigt, wieder.

Tabelle I.

Elektrodenabstand 1 mm.

Spannung	Stromstärke ohne Strahlen	Stromstärke mit Strahlen	Vergrösserung
+ 40,7 Volt	$6{,}12 \times 10^{-13}$ Amp.	$42{,}84 \times 10^{-13}$ Amp.	$36{,}72 \times 10^{-13}$ Amp.
40,7 „	7,96 „	44,53 „	36,57 „
— 81,4 „	36,60 „	109,80 „	73,20 „
+ 81,4 „	21,40 „	95,20 „	73,80 „
- 81,4 „	12,24 „	86,29 „	74,03 „
— 40,7 „	6,12 „	42,84 „	36,72 „
+ 40,7 „	6,73	43,45 „	36,72 „

Aus den Zahlen der zweiten Kolonne sieht man zugleich, wie nach dem Kommutieren der natürliche Strom bei derselben Spannung verschieden ausfällt. Es ist nämlich bekannt,[2]) dass nach dem Stromumkehren derselbe zuerst immer grösser ausfällt, um schliesslich denselben (manchmal auch einen kleineren) Wert zu erreichen. Die angeführten Zahlen geben zwar nicht die Endwerte, die bei den entsprechenden Spannungen nach längerem Warten sich eingestellt hatten, aber dieselben blieben doch eine Zeitlang konstant, so dass vor und nach der Messung des Ionisierungsstromes bei einer bestimmten Spannung der natürliche Strom sich unmerklich geändert hatte (die Zahlen der Tabelle geben die Mittelwerte an). Dieselben sind absichtlich aufgetragen, um die Unabhängigkeit der Leitfähigkeitserhöhung von dem natürlichen Strome zu zeigen. Im übrigen spricht die Unabhängigkeit des Effektes von der Stromrichtung für eine merklich gleiche Beweglichkeit der beiden Ionenarten, was im Einklange mit den Angaben von H. Greinacher[3]) für α-Strahlen steht. Ferner sieht man, dass innerhalb der verwendeten Felder für den Ionisierungsstrom das Ohm'sche Gesetz gilt. Für dieselbe Probe wurden bei jeder positiven und negativen Spannung nach längerem

[1]) J. J. Thomson, Nature **53**, 391, 1896; Journ. de phys. (3) **5**, 165, 1896.

[2]) H. Koller, Wien. Ber. IIa **98** p. 201, 1889: F. Kohlrausch u. A. Heydweiller Sitzb. d. Berl. Ak. **1**, 295, 1894; Wied. An. **54**, 385, 1895; E. Warburg, l. c. E. v. Schweidler Ann. d. Phys. **4**, 307; **5**, 483, 1901.

[3]) H. Greinacher, l. c. — Vrgl. auch für andere Flüssigkeiten G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257, 1908; **28** p. 326, 1909; **32** p. 148, 1910.

Warten Werte des natürlichen Stromes erhalten, die gleich ausfielen und keine Abweichung vom Ohm'schen Gesetze zeigten. Die Zahlen der 4. Kolonne blieben dieselben.

Bei Annahme, dass die Wirkungsfläche der unteren Elektrode gleich der Fläche der oberen ist, würde sich das Leitvermögen der Probe zu $5{,}94 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \text{cm}^{-1}$ berechnen.

Die Verfolgung des natürlichen Stromes bei höheren Feldern zeigte, dass derselbe in einer frisch eingegossenen Probe von Feldern von ca. 800 Volt/cm an dem Ohm'schen Gesetze nicht mehr folgt, sondern der Strom schneller, als die Spannung wächst, in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von G. Quincke.[1] Der Verlauf einer solchen Stromkurve ist z. B. aus der Fig. 5 Kurve (1) zu ersehen. Eine solche Verfolgung des Stromes direkt nach dem Eingiessen jeder Probe konnte nur bis höchstens 4000—5000 Volt/cm ausgeführt werden, denn bei höheren Feldern traten Schwankungen ein, der Strom vergrösserte sich sehr stark, manchmal plötzlich nach einigen Sekunden (Minuten zuweilen) nach dem Anlegen des Feldes. Beim Zurückgehen zu den kleineren Feldern verschwanden diese Schwankungen nicht, und der Strom zeigte grössere Werte als vorher bei denselben Feldern. Diese Stromvergrösserung ist auch eine Tatsache, die von manchen Autoren beobachtet wurde.[2])

Nun ist es aber bekannt, dass die Leitfähigkeit einer Flüssigkeit sehr beträchtlich heruntergesetzt werden kann, nachdem man einen elektrischen Strom unter dauernd angelegtem hohen Felde hindurchgehen lässt.[3]) Es liess sich deshalb vermuten, erstens, den natürlichen Strom auch bei höheren Feldern messen zu können; zweitens, vielleicht die erwähnten Stromschwankungen zu beseitigen. Und in der Tat hat sich dieses Reinigungsverfahren auch für Paraffinöl als sehr günstig erwiesen. Nachdem die Stromkurven für das ungereinigte Dielektrikum erhalten wurden, legte ich an die Al-Elektrode ein hohes Feld an (12000—27200 Volt/cm) und führte nach gewissen Zeitintervallen die Messungen aus. Aus der Fig. 4 sieht man, wie der natürliche Strom als Funktion der Dauer der „elektrischen" Reinigung sich ändert. Die Ordinaten entsprechen dem Strome bei 480 Volt bei einem Elektrodenabstande von 1 mm. Die Ordinate bei der Abszisse *0* gibt den Strom in ungereinigter Flüssigkeit wieder. Während der ersten 15 Stunden wurde das Paraffinöl unter einem

[1]) G. Quincke, l. c. Vrgl. auch E. Warburg, l. c.; J. Schröder, l. c.

[2]) K. Koller, l. c.; F. Kohlrausch und A. Heydweiller, l. c.; E. Warburg, l. c.; G. Jaffé, Journ. de phys. (4) **5**, 263, 1906; H. Greinacher, l. c.; J. Schröder, l. c.

[3]) Hauptsächlich E. Warburg, l. c.; M. Reich, l. c.; J. Schröder, l. c. Vrgl. auch A. Kleiner, l. c.

angelegten Felde von 12000 Volt/cm gereinigt, später unter 16000 Volt/cm. Zwischen der 115. bis 120. Stunde wurde die Flüssigkeit bis 50° C. erwärmt und wieder bis zur Zimmertemperatur abgekühlt. Wie man sieht, begünstigt das Erwärmen den Reinigungsvorgang. Nach der 120. Stunde konnte die erhaltene Stromstärke als Endwert (bei den entsprechenden Versuchsbedingungen) angesehen

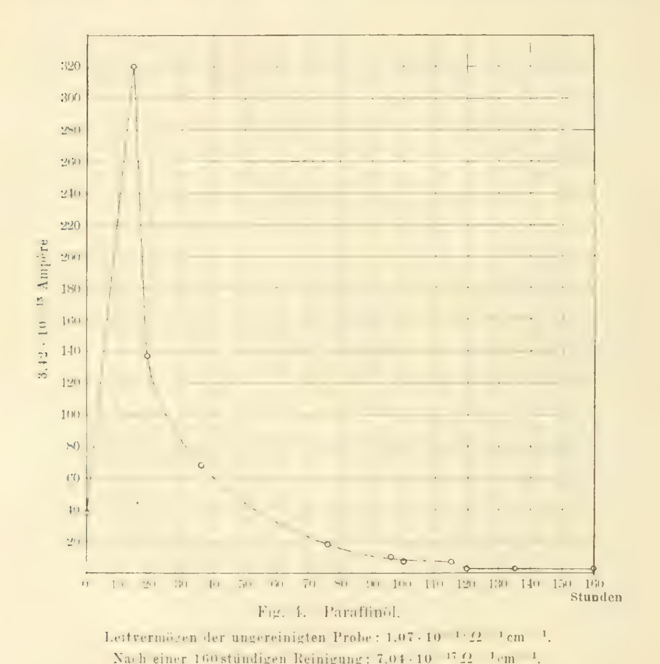


Fig. 4. Paraffinöl.

Leitvermögen der ungereinigten Probe: $1{,}07 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\,cm^{-1}$.

Nach einer 160 stündigen Reinigung: $7{,}04 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\,cm^{-1}$.

werden. Das Leitvermögen bei 4800 Volt/cm berechnet sich für die Probe zu $1{,}07 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$ im ungereinigten Zustande. Dasselbe steigt während der ersten 15 Stunden auf $8{,}77 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$, um schliesslich bis $7{,}04 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$ zu sinken.

Die Stromschwankungen werden mit dem „Reinheitsgrade“ allmählich geringer, die Stromkurven können bis zu immer höheren Spannungen exakt aufgenommen werden, und schliesslich verschwinden die ersteren bei den höchsten verwendeten Feldern (28800 Volt/cm).

Solche Stromkurven zeigten immer Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze; dieselben wurden aber immer geringer, so dass für die von mir „elektrisch" gereinigten Proben im Mittel bis 8000—9600 Volt/cm (bei 1 mm Elektrodenabstand) das Ohm'sche Gesetz giltig war.[1]) von da an nahm der Strom etwas rascher zu als die Spannung. Das Leitvermögen der ungereinigten Proben kann durchschnittlich zu $6{,}68 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 800 Volt/cm angenommen werden, bei höheren Feldern als 5000 Volt/cm war dasselbe nicht zu messen, hingegen nach einer gründlichen „elektrischen" Reinigung betrug es im Mittel $3{,}0 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 28800 Volt/cm und im Minimum $1{,}18 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.[2])

Zugleich mit dem natürlichen Strome wurden die entsprechenden Ionisationsströme beobachtet. Die Ablesungen wurden sowohl mit zunehmenden, als auch abnehmenden Spannungen gemacht und das Mittel daraus als Stromkurve aufgetragen. Soweit auf die Konstanz der Strahlungsintensität gerechnet werden konnte, und die Ionisationsströme sich exakt messen liessen, habe ich für verschiedene „Reinheitsgrade" des Paraffinöls keinen Unterschied im Verlaufe der Ionisierungsstromkurven beobachten können, was mit den Angaben von H. Greinacher[3]) für α-Strahlen übereinstimmt. Alle von mir erhaltenen Kurven zeigten, dass eine Sättigungserscheinung zu erkennen ist, die, je nach dem Elektrodenabstande und der Härte der Strahlen, in dem Feldbereiche von 800—2400 Volt/cm liegt, welche Werte der Grössenordnung nach mit denen von P. Curie[4]) (X- und *Ra*-Strahlen) und H. Greinacher[5]) (α-Strahlen) für diese Substanz und von G. Jaffé[6]) (*Ra*-Strahlen) für Petroläther Tetrachlorkohlenstoff, Benzol, Schwefelkohlenstoff nicht im Widerspruche stehen. Eine vollständige Sättigung war selbst bei 28800 Volt/cm nicht zu erreichen. Aus der Fig. 5 ist der Verlauf solcher Ionisierungsstromkurven zu ersehen. Die Kurve (1) gibt den natürlichen Strom einer ungereinigten Probe wieder, (2) ist das entsprechende nach einer 20 stündigen elektrischen Reinigung, (3) nach 90 Stunden. Die ○ ○ an der Kurve (4) deuten die Ionisierungsstromwerte, welche dem natürlichen Strome (1) entsprechen an. Bei 400 und 800 Volt/cm fallen dieselben mit (4) zusammen. Die ● ● an der Kurve (4) geben den Ionisierungsstrom

[1]) Einige Proben liessen dasselbe sogar bis 14400 Volt/cm beobachten.

[2]) Diese Zahl gilt für 0,5 mm Elektrodenabstand, das entsprechende für 14400 Volt/cm bei 1 mm Abstand ist $5{,}67 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

[3]) H. Greinacher, l. c.

[4]) P. Curie l. c.

[5]) H. Greinacher, l. c.

[6]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25**, 257, 1908.

von (2) an, welcher bei 400, 800 und 1600 Volt/cm mit (4) zusammenfällt. Obwohl nach dem Kommutieren des Stromes in einer elektrisch gereinigten Probe derselbe auch bei den höchsten verwendeten Feldern ziemlich rasch auf den gleichen absoluten Wert zurückkam, und die Aufnahme der Ionisierungsstromkurven bei positiven und

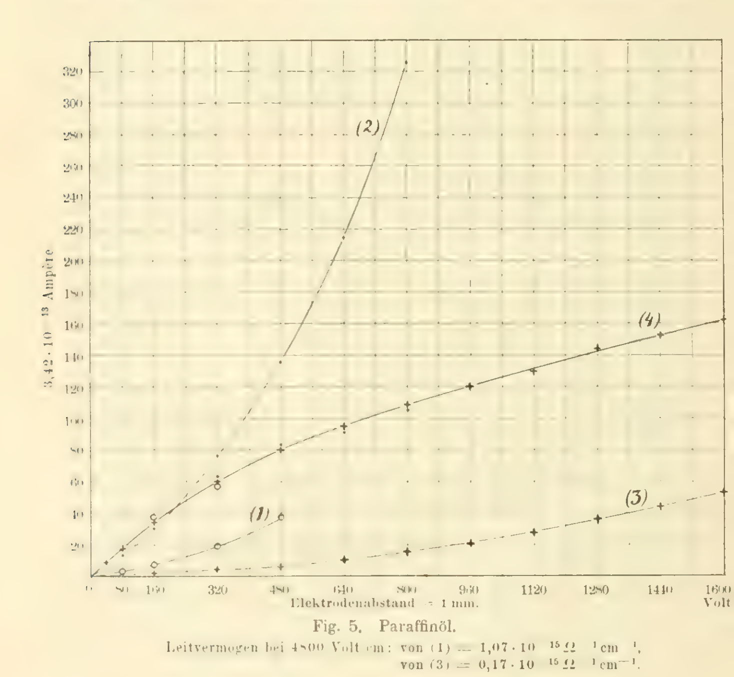


Fig. 5. Paraffinöl.

Leitvermögen bei 4800 Volt/cm: von (1) = $1{,}07 \cdot 10^{-15}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$,
von (3) = $0{,}17 \cdot 10^{-15}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$.

negativen Spannungen dabei keine Schwierigkeiten bot, war doch ein exakter Vergleich kaum auszuführen. Da nämlich die Zeit, welche für die Verfolgung nur einer solchen Kurve ca. 2 Stunden betrug, so konnte auf vollständige Konstanz der Strahlungsintensität selbst bei weicher Strahlung nicht gerechnet werden. Aus diesem Grunde sind nicht alle solche Messungsreihen bis zu Ende durchgeführt. Die Daten der nachstehenden Tabelle II zeigen jedenfalls, dass ein merklicher Unterschied zwischen den Strömen in beiden Richtungen selbst bei hohen Feldern nicht vorhanden war.

Tabelle II.

Elektrodenabstand 0,5 mm.

Feld Volt/cm	Stromstärke 10^{-13} Amp. +	Stromstärke 10^{-13} Amp. —
800	46,98	46,98
1 600	88,74	87,68
3 200	166,04	166,04
6 400	266,22	263,11
9 600	323,64	328,86
12 800	381,06	375,84

Das zeitliche Anwachsen bezw. Verschwinden des Ionisierungsstromes erfolgte nicht momentan, sondern derselbe stieg zuerst ziemlich rasch, dann immer langsamer an, und der Endwert war erst nach mehreren Minuten erreicht. Nach dem Vorschieben der Bleiblende vollzog sich die Abnahme des Stromes auch allmählich, und für das vollständige Verschwinden des Effektes war immer eine längere Zeit erforderlich als für das Anwachsen. Die entsprechenden Zeiten waren bei höheren Feldern kleiner. Auch waren Unterschiede im zeitlichen Verlaufe für ungereinigte und „elektrisch" gereinigte Proben zu beobachten. Erstens erfolgt die Zu- bezw. Abnahme des Stromes in einer ungereinigten Probe nicht ganz regelmässig. Der Strom ändert sich wenig gesetzmässig, bald rascher, bald langsamer, während für eine gründlich gereinigte Probe die Kurven sehr regelmässig werden. Zweitens werden die Endwerte, hauptsächlich die Anfangswerte, mit dem Grade an Reinheit in immer längeren Zeitintervallen erreicht. So war z. B. in einer ungereinigten Probe der Ionisierungsstrom (bei 800 Volt/cm) in 6,5 Minuten verschwunden, nach einer 17stündigen Reinigung in ca. 13 Minuten, und nach 64 Stunden stieg diese Zeit auf 20 Minuten. Die Grösse des Effektes war dabei immer die gleiche. Bei den Feldern von ca. 10 000 Volt/cm an erfolgt die Abnahme für verschiedene „Reinheitsgrade" ebenfalls verschieden, jedoch bedeutend rascher. So bekam ich im ersten Falle 1—2 Minuten, im dritten ca. 5 Minuten. Die Kurven der Fig. 6 zeigen den Verlauf in einer während 90 Stunden mit 16 000 Volt/cm gereinigten Probe und zwar: (1) bei 400 Volt/cm, (2) bei 1600 Volt/cm, (3) bei 6400 Volt/cm.

Ferner wurde die Abhängigkeit des Stromes von dem Elektrodenabstande untersucht. Der natürliche Strom wird bei grösserem Abstande gewöhnlich kleiner, obwohl er gleich nach dem Ändern desselben auch grösser ausfallen kann. Das ist aber wohl zu verstehen, da durch das Vergrössern des Abstandes neue, noch ungereinigte

Flüssigkeit zwischen den Elektroden kommt. Bei Verminderung des Abstandes bekam ich eine regelmässige Stromvergrösserung, wobei man die Elektrode allerdings einander nicht so weit nähern durfte, bis die schon angeführte anormale und unregelmässige Stromvergrösserung eintrat. In diesem Falle konnten die Stromvergrösserung und die Schwankungen ohne Vergrössern des Abstandes auch nicht weggebracht werden.

Das Leitvermögen der gereinigten Proben, bezogen auf dieselbe Feldstärke, nahm mit der Verminderung des Elektrodenabstandes etwas langsamer als dieser ab.[1]) Da jedoch bei kleineren Abständen die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze stärker ausgeprägt waren,

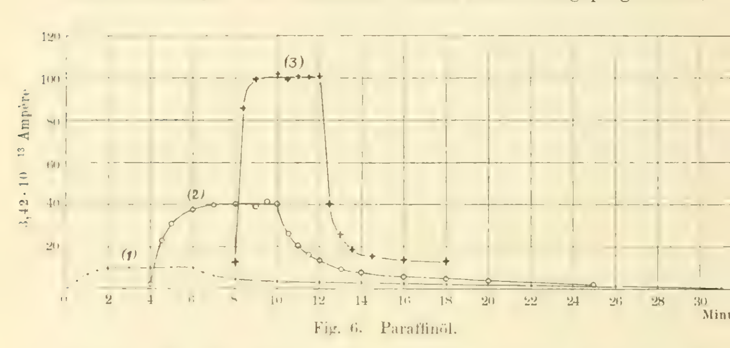


Fig. 6. Paraffinöl.

konnte das Leitvermögen von gewissen Feldern an grösser bei kleinerem Abstande sein. Der Einfluss des Abstandes der Elektroden auf den natürlichen Strom sieht man aus den Kurven (1) (2) (3) (4) der Fig. 7. Dieselben sind für eine während 156 Stunden mit einem Felde von 27 200 Volt/cm (Elektrodenabstand 0,5 mm) gereinigte Probe aufgenommen. Die Kurve (3) wurde bis 480 Volt (19 200 Volt/cm) verfolgt. Nachdem aber dieses Feld während einigen Sekunden angelegt blieb, vergrösserte sich der Strom, und die Kurve hatte nachher den Verlauf (4).

Die Abhängigkeit des Ionisierungsstromes von dem Elektrodenabstande zeigen die Kurven (1,) (2,) (4,) der Fig. 7. Man entnimmt daraus, dass mit dem Abstande der Ionisierungsstrom bei genügend hohen Feldern wächst. Bei niedrigeren Spannungen, wo die Wiedervereinigung der Ionen noch einen beträchtlichen Betrag erreicht, wird der Strom jedoch bei grösseren Abständen kleiner. Um die

[1]) Vrgl. H. Koller, Wien. Ber. IIa **98** p. 201, 1889; H. Gädeke, l. c.

Abhängigkeit des Stromes von dem Elektrodenabstande quantitativ zu ermitteln, müssten die Kurven bei höheren Feldern, als die hier aufgenommenen, verfolgt werden, nämlich bei Feldern, wo für alle

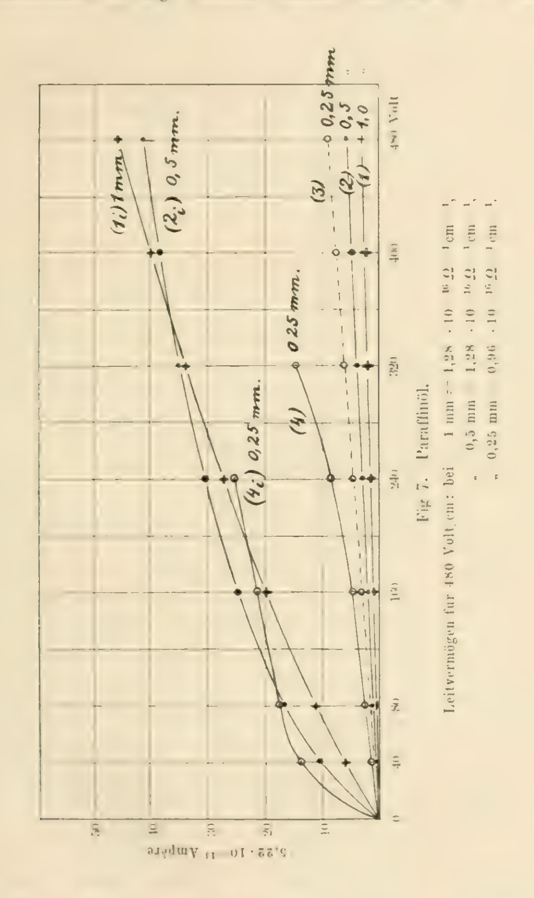


Fig. 7. Paraffinöl.

Leitvermögen für 480 Volt/cm: bei 1 mm = $1,28 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$,
„ 0,5 mm $1,28 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$,
„ 0,25 mm $0,96 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$.

Abstände die Stromkurven geradlinig verlaufen. In diesem Falle wäre es möglich, den Strom auf dieselbe Feldstärke, bei welcher für jeden Abstand die Wiedervereinigung der Ionen minimal geworden ist, zu beziehen.

Nach den Versuchen von G. Jaffé[1]) mit *Ra*-Strahlen an Tetrachlorkohlenstoff, Schwefelkohlenstoff, Petroläther und Benzol, war es zu erwarten, dass mit der Temperaturerhöhung die Sättigung auch im Paraffinöl vollständiger wird. Wenn nämlich der beobachtete Ionisierungsstrom nicht nur durch die „Strahlungsionen,“ sondern auch durch die elektrolytischen Ionen bedingt ist, wird die Temperaturerhöhung eine grössere Beweglichkeit der Ionen zur Folge haben, und bei derselben Feldstärke wird eine grössere Anzahl von Strahlungsionen an die Elektroden gelangen. Bei den höheren Feldern, wo die Wiedervereinigung schon bei Zimmertemperatur viel geringer ist, wird der Strom weniger geändert, als bei den kleineren. Um diese Verhältnisse genauer zu studieren, wurden entsprechende Temperaturversuche ausgeführt.

Zunächst wurde die Änderung des natürlichen Stromes bei einer Abkühlung bis 3° bei einem angelegten Felde von 400 Volt/cm beobachtet.

Bei diesen Versuchen begegnete ich der unerwarteten Erscheinung, dass mit abnehmender Temperatur eine starke Stromvergrösserung eintrat. Wenn nämlich eine ungereinigte Probe abgekühlt wurde, so war gewöhnlich eine Zeitlang eine Abnahme des Stromes zu beobachten, die schliesslich aufhörte. Sodann stieg aber der Strom bis zu dem ursprünglichen Werte bei Zimmertemperatur an und mit zunehmender Schnelligkeit darüber hinaus. Diese Vergrösserung trat bei ganz verschiedenen Temperaturen ein. Manchmal schon bei 12°, manchmal erst nachdem die Flüssigkeit bei 3° während 1—2 Stunden gestanden hatte.

Der Endwert des Stromes hatte eine ganz verschiedene Grösse und konnte so hoch steigen, dass die Skala aus dem Gesichtsfelde verschwand. Mit der Stromvergrösserung traten Schwankungen ein, die an und für sich jede Messung unmöglich machten.

Ein Wiedererwärmen der Flüssigkeit hatte auch wieder eine Abnahme des Stromes zur Folge, jedoch blieb auch bei wiedererreichter Zimmertemperatur derselbe doch immer grösser, als vor der Abkühlung. Das Erwärmen des Paraffinöls auf höhere Temperaturen zeigte qualitativ die entgegengesetzte Erscheinung, d. h. zuerst stieg der Strom bis zu einem gewissen Werte an, allmählich sank er aber unter den bei Zimmertemperatur vor der Erwärmung beobachteten. Stromschwankungen traten jedoch bei höheren Temperaturen nicht ein. Beim Wiederabkühlen stieg der Strom, hatte aber immer einen kleineren Wert als vor dem Erwärmen.

[1]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25**, p. 257. 1908.

In der Folge sollten nun exakte Kurven für verschiedene Temperaturen aufgenommen werden. Hiezu war es nach Früherem notwendig, mit elektrisch gereinigten Proben zu arbeiten. Es hat sich zwar gezeigt, dass auch in diesem Falle das Verhalten ein anormales war, doch waren die Stromänderungen mit der Temperatur nicht so beträchtlich, und die Schwankungen bei 3° verschwanden, so dass die Messungen für dieselben Feldstärken wie bei Zimmertemperatur ausgeführt werden konnten. Der negative Temperaturkoeffizient war jedoch immer stets so gross, dass die Erscheinung ganz aus dem Rahmen der bisher beobachteten Tatsachen herausfiel. Ich habe daher besondere Versuche über diesen Gegenstand ausgeführt, werde sie jedoch in einem späteren Abschnitte besprechen.

Da nun, wie erwähnt, eine Temperaturzunahme eine Stromabnahme zur Folge hatte, wurden die Versuche in folgender Reihe ausgeführt: Beobachtung des Stromes bei Zimmertemperatur, bei höheren Temperaturen, Abkühlung bis zur Zimmertemperatur und Kontrolle der ersten Kurve, Abkühlung bis 3° und Beobachtung des entsprechenden Ionisierungsstromes, schliesslich nochmals Kontrolle bei Zimmertemperatur. Die für eine solche Messungsreihe erforderliche Zeit wurde abgekürzt, indem jede Kurve nur in einer Richtung für eine Reihe von Feldstärken aufgenommen und nur für einige in entgegengesetzter Richtung kontrolliert wurde. Die Abkühlung nach dem Ausfliessen des Paraffinöls aus dem Thermostaten wurde durch kaltes Wasser, die Erwärmung bis zur Zimmertemperatur nach der Abkühlung bis 3° durch Eingiessen von heissem Wasser beschleunigt.

Die in dem Temperaturintervalle 3°—50° C. ausgeführten Versuche haben ausnahmslos gezeigt, dass bei allen Feldstärken bis 28 800 Volt/cm mit steigender Temperatur der Ionisierungsstrom zu-, mit sinkender abnimmt. Die Änderung des Stromes geht annähernd der Temperatur proportional. Eine vollständigere Sättigung war nicht zu erreichen, vielmehr scheinen die Kurven bei höheren Feldern sich parallel zu verschieben, so dass die Neigung des Ohm'schen Teiles derselben annähernd konstant bleibt.

Wenn die Unvollständigkeit der Sättigung durch die Wiedervereinigung der „Strahlungsionen" mit den elektrolytischen bedingt wird, und dass gerade bei den höheren Temperaturen, wo die Eigenleitfähigkeit *kleiner*, die Beweglichkeit der Ionen hingegen grösser ist, die Sättigung doch nicht vollständiger wird, ist wohl anzunehmen, dass mit der Temperaturerhöhung die Anzahl der freien Ladungen zunimmt.[1] Diese freien Ladungen können von dem Rückstande des

[1]) Über den Einfluss der freien Ladungen auf den Ionisierungsstrom bei G. Jaffé l. c.

Isolators herrühren, welcher in diesem Falle mit der Temperatur wachsen müsste.[1]) Auf diese Weise kann in gewissen Temperaturintervallen die Kombination der beiden Vorgänge: Zunahme der Beweglichkeit der Ionen und des Rückstandes (welcher ja eine Funktion des Feldes ist) die Ursache derselben Vollständigkeit an Sättigung sein.

Als mittleren Temperaturkoeffizient für den nahezu geradlinigen Teil der Kurve[2]) habe ich den Wert 0,011, als Maximum 0,016 und als Minimum 0,0064 im Temperaturintervalle 3°—50° erhalten. Der Verlauf einiger von den erhaltenen Kurven ist in der Fig. 8 veranschaulicht. Die drei unteren geben den natürlichen Strom wieder,

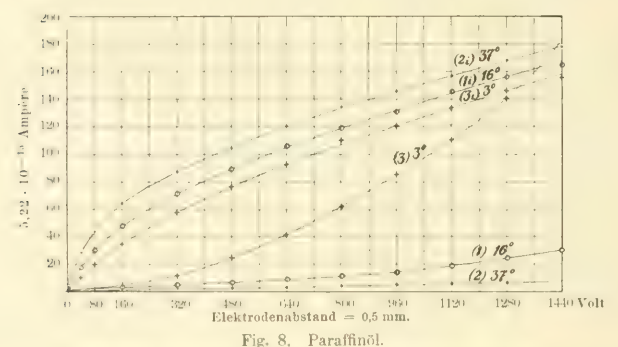


Fig. 8. Paraffinöl.
Leitvermögen von (1) bei 28800 Volt/cm = $2,14 \cdot 10^{-16}\,\Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$

die drei oberen den Ionisierungsstrom. Ähnliche Kurven wurden bei anderen Temperaturen erhalten, wobei der „Leitungsstrom" manchmal ganz exakt geradlinig verlief.

Der zeitliche Verlauf der Stromänderung hat ähnliche Kurven wie bei Zimmertemperatur ergeben (Fig. 6), nur erfolgt die Zu- bezw. Abnahme des Stromes bei höheren Temperaturen rascher. So war z. B. bei 18° der Ionisierungsstrom bei 400 Volt/cm in 40 Minuten verschwunden, bei 48° in 8—9 Minuten. Bei den Feldern von ca. 9600 Volt/cm an ist der Anfangswert gewöhnlich in einer Minute erreicht.

[1]) Darüber bei E. v. Schweidler Wien. Ber. IIa **116**, p. 1019, 1907; Ann. d. Phys. **24** 711, 1907.

[2]) Nach G. Jaffé „Leitungsstrom".

Petroläther. Der natürliche Strom nahm, wie dies schon von H. Koller[1]) beobachtet wurde, sehr rasch seinen Endwert an, so dass die Untersuchung des Ionisierungsstroms fast direkt nach dem Anlegen der Spannung vorgenommen werden konnte. Diese Substanz zeigte sich insofern empfindlicher gegen die Strahlung, als erstens der Effekt bei viel geringeren Feldstärken zu beobachten war, und zweitens der Endwert des Ionisierungsstromes sich fast momentan einstellte, so dass bei den Ablesungen nur die Einstellungsgeschwindigkeit des Elektrometers eine Rolle spielte. Auch in Petroläther war die Grösse des Effektes von dem Vorzeichen der angelegten Spannung unabhängig, was im Einklange mit den Beobachtungen von G. Jaffé[2]) an *Ra*-Strahlen und H. Greinacher[3]) an α-Strahlen steht. Aus der nachstehenden Tabelle III sieht man, dass in dem Bereiche der angelegten Spannungen der natürliche Strom dem Ohm'schen Gesetze nicht folgt, sondern langsamer als die Spannung wächst, wie das H. Koller[4]) beobachtet hat. Die Werte des Stromes bei positiver und negativer Spannung sind nicht wesentlich verschieden voneinander.

Tabelle III.

Elektrodenabstand 1,12 mm.

Spannung	Stromstärke ohne Strahlen	Stromstärke mit Strahlen	Vergrösserung
+ 4,0 Volt	$7{,}52 \times 10^{-13}$ Amp.	$36{,}59 \times 10^{-13}$ Amp.	$29{,}07 \times 10^{-13}$ Amp.
— 4,0 „	7,52 „	36,09 „	28,57 „
— 8,0 „	16,07 „	67,37 „	51,30 „
+ 8,0 „	13,20 „	64,50 „	51,30 „
+ 40,5 „	48,91 „	168,61 „	119,70 „
— 40,5 „	48,56 „	171,68 „	123,12 „
— 81,0 „	81,74 „	234,06 „	157,32 „
+ 81,0 „	82,90 „	240,22 „	157,32 „

Aus der 4. Kolonne ist zu ersehen, dass eine erhebliche Stromvergrösserung schon bei 4 Volt (es entspricht einem Felde von 35,7 Volt/cm) zu beobachten ist. In Paraffinöl dagegen erst bei 400 Volt/cm. Die Zahlen dieser Kolonne zeigen ferner, dass eine Sättigungserscheinung deutlich ausgesprochen ist, welche bei Paraffinöl erst bei höheren Feldern eintritt. Das Leitvermögen dieser Probe ergibt sich gleich $8{,}29 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 4 Volt und $4{,}44 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 81 Volt.

[1]) H. Koller, Wien. Ber. IIa. **98**. 201. 1889.
[2]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25**. 257. 1908.
[3]) H. Greinacher, l. c.
[4]) H. Koller, l. c.

Im Mittel bis 400 — 800 Volt/cm (bei einem Elektrodenabstande von 1 mm) steigt der natürliche Strom langsamer als die Spannung an. Von da an bis 3000 — 4000 Volt/cm folgt er dem Ohm'schen Gesetze und bei höheren Feldern wächst er schneller als die Spannung. Diese Ergebnisse würden mit denen von H. Koller[1]) für kleine Feldstärken, von G. Jaffé[2]) für mittlere und von G. Quincke[3]) (allerdings

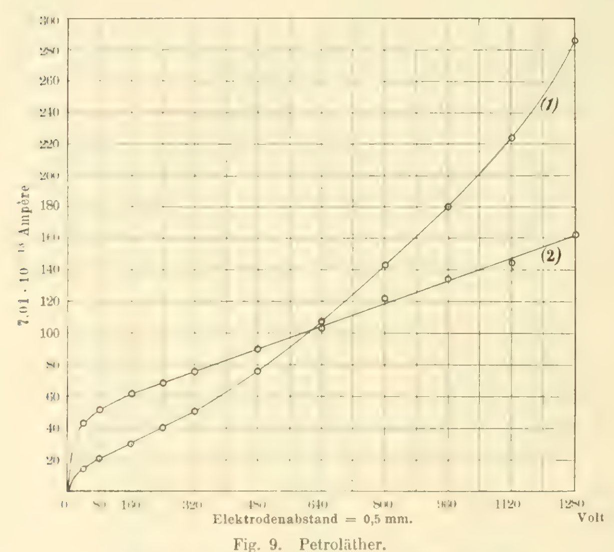


Fig. 9. Petroläther.

Leitvermögen für 25600 Volt/cm = $3{,}12 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

für andere Isolatoren) für hohe übereinstimmen.[4]) Auch bei dieser Substanz musste eine „elektrische" Reinigung vorgenommen werden, um bei höheren Feldern messen zu können. Nur in einem Falle

[1]) H. Koller, l. c.

[2]) G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25**, 257, 1908.

[3]) G. Quincke, l. c.

[4]) Im allgemeinen zeigte Petroläther viel mehr Unterschiede von einer Probe zur anderen, sowohl in der Grösse des Leitvermögens, wie auch in dem Verlaufe der Stromkurve (natürlicher Strom), als Paraffinöl. Über die Unregelmässigkeiten der verschiedenen Proben von Destillationsprodukten des Petroleums berichtet auch ʁoller (l. c.)

gelang es mir die Ionisierungsstromkurve in einer ungereinigten Probe bis 11200 Volt/cm zu verfolgen. Dieselbe zeigte, dass von 1600 Volt/cm an der Strom dem Ohm'schen Gesetze gehorcht, also die gesamte Kurve durch die Formel von G. Jaffé (l. c.) $i = f(e) + ce$ ausgedrückt werden kann. Die elektrisch gereinigten Proben zeigten[1] keinen erheblichen Unterschied im Verlaufe der Ionisierungsstromkurven. Es schien jedoch bei gereinigter Flüssigkeit der geradlinige Teil der Kurve etwas weniger geneigt zu sein. Ein grosser Unter-

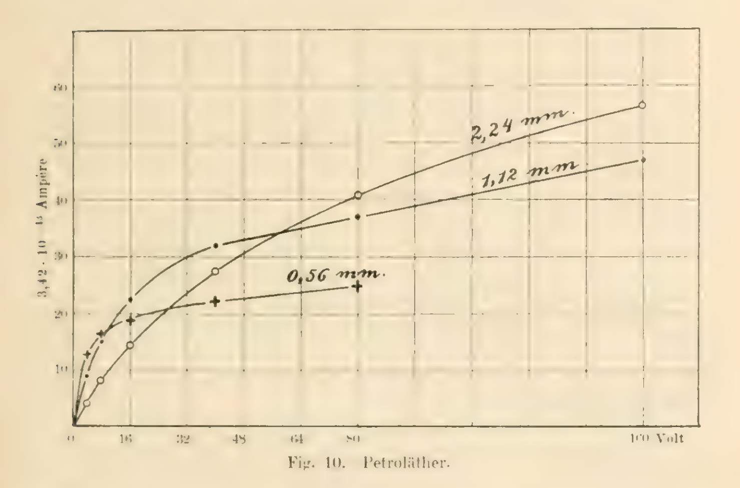


Fig. 10. Petroläther.

schied war auch insofern nicht zu erwarten, als das Leitvermögen nicht genügend herabgedrückt werden konnte (ca. um die Hälfte bei höheren Feldern), während Herr Jaffé eine Vervollständigung der Sättigung bei Proben beobachten konnte, deren Leitfähigkeit durch sorgfältige Destillation stark heruntergesetzt war.

Als mittleres Leitvermögen hatte der Petroläther den Wert $2{,}07 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 400 Volt/cm für ungereinigte und $3{,}44 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 25600 Volt/cm für gereinigte Proben, oder annähernd eine zehnmal grössere Leitfähigkeit als Paraffinöl. Der kleinste beobachtete Wert für ungereinigte Proben bei 400 Volt/cm betrug $7{,}50 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

[1]) Die ziemlich rasche Verdampfung dieser Flüssigkeit erlaubte eine so lange dauernde Reinigung, wie im Falle des Paraffinöls, nicht auszuführen.

Aus der Fig. 9 ist der Verlauf der Stromkurven zu ersehen. (1) ist der natürliche Strom, (2) der Ionisierungsstrom. Ein quantitativer Vergleich mit dem Ionisierungsstrome in Paraffinöl ist nicht zu machen, denn die Versuche sind bei verschiedener Strahlungsintensität und Röhrenhärte ausgeführt. Aber man sieht doch, dass die Sättigungserscheinung viel früher eintritt, der Übergang zu dem Ohm'schen Teile der Kurve geht schroffer vor sich.

Alle erhaltenen Kurven zeigten, dass eine deutliche Sättigungserscheinung im Mittel bei 320 — 1000 Volt/cm zu beobachten ist, Werte, welche mit denen für radioaktive Strahlen übereinstimmen.[1])

Eine vollständige Sättigung war auch bei 25 600 Volt/cm nicht zu erreichen.

Mit wachsendem Elektrodenabstande nimmt der Ionisierungsstrom bei genügend hohen Feldern zu. Die Fig. 10 gibt die entsprechenden Stromkurven wieder. Bei einem Abstande von 0,56 mm tritt eine deutliche Sättigungserscheinung bei ca. 150 Volt/cm ein und von ca. 400 Volt/cm an wächst der Strom schon linear. Was den natürlichen Strom anbelangt, so habe ich im allgemeinen das Ansteigen desselben mit der Abnahme des Elektrodenabstandes beobachten können. Da aber, wie gesagt, in Petroläther die Reinigung sehr rasch geht, konnte der Strom nach einigen Minuten (auch Sekunden) nach der Verminderung des Abstandes gleich oder auch kleiner ausfallen, als bei dem vorher eingestellten grösseren Abstande. Auch wie bei Paraffinöl war hier das spezifische Leitvermögen bei kleineren Abständen geringer.[2])

Wegen der ziemlich raschen Verdampfung dieser Substanz schon bei Zimmertemperatur konnten die Temperaturversuche nicht in dem Masse ausgeführt werden wie mit Paraffinöl, und es wurde nur eine Abkühlung vorgenommen. Dabei hat sich dieselbe starke Vergrösserung des natürlichen Stromes, wie im Falle des Paraffinöls, beobachten lassen. Jedoch ist zu bemerken, dass dieselbe bei weitem nicht so ausgeprägt war. Im ersten Falle betrugen die Stromwerte im Mittel ca. das zehnfache, oder waren überhaupt nicht zu messen bei 400 Volt/cm schon. Für Petroläther stieg der Strom auf das zwei- bis dreifache bei 400 Volt/cm, und die Messungen waren bis 2000 Volt/cm noch möglich, bei welchen Feldern die Vergrösserung 4 — 14fache (je nach dem Abstande der Elektroden und der Stromstärke bei Zimmer-

[1]) P. Curie, l. c.; G. Jaffé, Journ. de phys. l. c.; Ann. d. Phys. **25**, 257, 1908; H. Greinacher, l. c.

[2]) Hauptsächlich bei Feldern, wo der Strom noch nicht schneller, als die Spannung wächst. Bei höheren Feldern war er bei kleineren Abständen immer grösser. Auch das spezifische Leitvermögen hatte dann höhere Werte.

temperatur) Stromwerte ergab. Einige Proben zeigten sogar keine Stromänderung mit der Temperaturabnahme bis 2000 Volt/cm, aber sobald ein höheres Feld angelegt wurde, nahm der Strom so stark zu, dass er nicht zu messen war, und erst nach einer Wiedererwärmung bis zur Zimmertemperatur sank derselbe, obwohl er auch wie bei

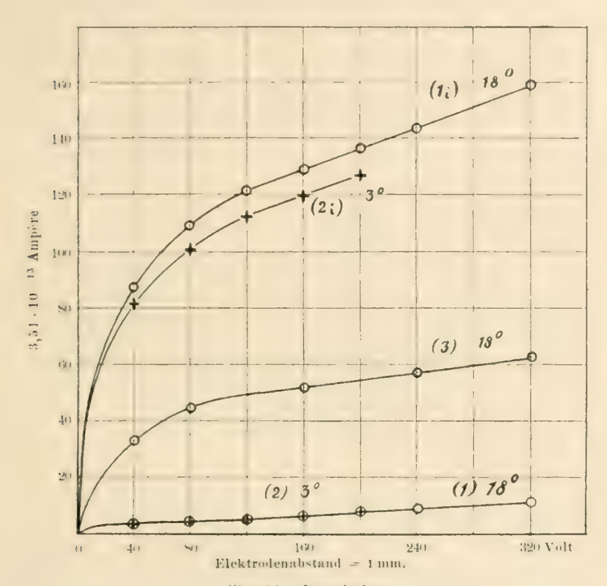


Fig. 11. Petroläther.

Leitvermögen von (1) für 3200 Volt/cm $= 4{,}77 \cdot 10^{-16} \Omega^{-1} \mathrm{cm}^{-1}$.

Paraffinöl grösser als vor der Abkühlung ausfiel. Es waren sogar Proben, die einen positiven Temperaturkoeffizient (bis 400 Volt/cm) zeigten, aber die geringe Anzahl derselben lässt ihn nicht mit Sicherheit feststellen. Der erhaltene Wert 0,05 zwischen 19°—3° scheint etwas gross zu sein. Der Ionisierungsstrom nahm mit der Temperaturerniedrigung stets ab. Als mittleren Temperaturkoeffizient habe ich den Wert 0,0069 zwischen 19°—3° erhalten.[1]) Wegen der erwähnten Störungen konnte ich die Kurven leider nicht so weit verfolgen.

[1]) P. Curie (l. c.) beobachtete eine Stromabnahme um ein Zehntel bei Abkühlung von 10° bis —17°.

um Vergleiche in der Vollständigkeit der Sättigung machen zu können.

Einige Resultate sind in der Fig. 11 wiedergegeben. Die Kurve (1) gibt den natürlichen Strom bei Zimmertemperatur, (1_i) den entsprechenden Ionisierungsstrom wieder. Nach der Abkühlung bis 3° war der natürliche Strom, welchen die Kurve (1) darstellt, unverändert geblieben. Der entsprechende Ionisierungsstrom ist durch (2_i) veranschaulicht. Die Kurve konnte bis 200 Volt verfolgt werden. Nach dem Anlegen von 240 Volt stieg der natürliche Strom sehr stark an, und die zugleich eingetretenen Schwankungen erlaubten eine Messung nicht auszuführen. Nach Wiedererwärmen bis zur Zimmertemperatur sank der Strom, zeigte jedoch grössere Werte als vor

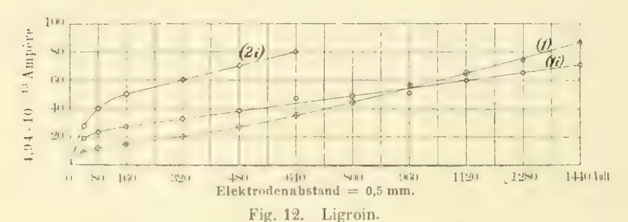


Fig. 12. Ligroin.

Leitvermögen bei 28 800 Volt/cm = $6{,}00 \cdot 10^{-16} \Omega^{-1} \mathrm{cm}^{-1}$.

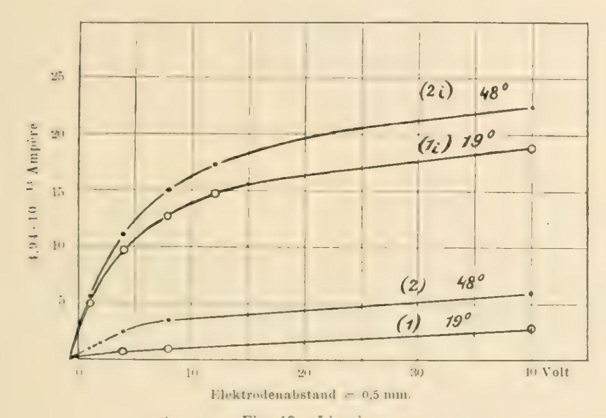
der Abkühlung. Die Kurve (3) gibt den neuen Verlauf wieder. Der entsprechende Ionisierungsstrom fällt mit (1_i) zusammen.

Dieses Beispiel möge als Beleg der früher erwähnten Unabhängigkeit des Ionisierungsstromes von dem natürlichen Strom dienen.

Ligroin.[1] Dieses Destillationsprodukt des Petroleums zeigte im allgemeinen gegen die Strahlung ein ähnliches Verhalten, wie Petroläther. Die Werte des spezifischen Leitvermögens fielen für verschiedene Proben sehr verschieden aus. Viel mehr Proben als bei Petroläther hatten ein verhältnismässig grosses Leitvermögen. Bei einem Felde von 400 Volt/cm kann als Mittel für dasselbe der Wert $2{,}85 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ angenommen werden. Es waren aber Proben, die ein Leitvermögen von $1{,}10 \cdot 10^{-14}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ und $4{,}87 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ zeigten. Überhaupt hat diese Substanz ein sehr unregelmässiges Verhalten des natürlichen Stromes gezeigt. So

[1]) Da das Ebonit von dieser Flüssigkeit angegriffen wurde, musste die Ebonitmuffe E des Messapparates durch eine Messingmuffe ersetzt werden, welche mittels eines Bernsteinrings von der Al-Elektrode isoliert war. Ebenso wurde der Ebonitpropfen P durch einen Bernsteinpropfen ersetzt.

konnte derselbe nach einer 24 stündigen Reinigung beträchtlich abnehmen, nach einer noch längeren Reinigung aber wieder ansteigen und Schwankungen zeigen. Es gelang mir nur wenig Proben bis 28800 Volt cm zu untersuchen. Es scheint, dass dieses Destillationsprodukt unreiner als Petroläther war, und die elektrische Reinigung allein nicht genügte. Die kleinste Leitfähigkeit der während 24 Stunden gereinigten Proben war $5{,}86 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ bei 28800 Volt cm.



Elektrodenabstand = 0,5 mm.

Fig. 13. Ligroin.

Leitvermögen von (1) = $7{,}30 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

Auf der Fig. 12 sind Kurven angegeben, welche sowohl den natürlichen Strom (1) nach einer 24stündigen Reinigung, wie den entsprechenden Ionisierungsstrom veranschaulichen und zwar: (1_i) bei der gewöhnlich verwendeten Strahlungsintensität (bei 3,0 Amp. im Induktorium), (2_i) bei intensiverer Bestrahlung (3,2 Amp.). Man sieht, dass eine stärkere Strahlungsintensität eine unvollständigere Sättigung zur Folge hat.[1])

Da der Siedepunkt dieser Substanz höher als bei Petroläther lag, konnte der Ionisierungsstrom bei Temperaturerhöhung untersucht werden. Die Kurven der Fig. 13 zeigen die Zunahme sowohl des natürlichen (1) (2), wie des Ionisierungsstromes (1_i) (2_i). Der Temperaturkoeffizient des ersteren berechnet sich für 40 Volt zu 0,034, des zweiteren zu 0,0063 zwischen 19°—48°.

[1]) Vrgl. für *Ra*-Strahlen G. Jaffé, Journ. de phys. l. c.

Eine Abkühlung des Ligroins auf 3° hatte auch eine Vergrösserung des natürlichen Stromes zur Folge. Bei einer Probe war die Leitfähigkeit sogar so gross, dass die Messung galvanometrisch ausgeführt werden konnte (Leitvermögen $1{,}13 \cdot 10^{-13}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$). Bei Verwendung einer Spannung von 160 Volt (1 mm Elektrodenabstand) konnte auch hier eine starke Stromzunahme bei Abkühlung beobachtet werden.

Vaselin. Diese halb feste, halb flüssige Substanz wurde aus der Apotheke unter dem Namen „Amerikanisches weisses Vaselin" bezogen. Letzteres wurde durch Erwärmen flüssig gemacht (Schmelzpunkt bei ca. 45°), dann in den Messkondensator hineingegossen und bei Zimmertemperatur 24 Stunden stehen gelassen. Das kleinste Leitvermögen (diese Substanz wurde nicht elektrisch gereinigt) betrug $7{,}80 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$, einige Proben zeigten aber auch Werte bis $1{,}15 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$. [1])

Nach dem Anlegen der Spannung bekommt man einen Wert des natürlichen Stromes, welcher während einigen Minuten sinkt und dann konstant bleibt. Die in solcher Weise erhaltenen Werte haben Stromkurven ergeben, welche einen linearen Verlauf hatten. Die Untersuchung bei den schlecht leitenden Proben wurde bis 30400 Volt/cm (0,5 mm Elektrodenabstand) ausgeführt, und eine Abweichung vom Ohm'schen Gesetze war nicht zu konstatieren. Bei dieser Substanz war ein Polarisationsstrom nachzuweisen, der 14%–50% des Ladungsstromes betragen konnte und in 3–12 Minuten verschwand. Die Röntgenstrahlen hatten einen beträchtlichen Einfluss auf das Leitvermögen. Der Ionisierungsstrom wächst und verschwindet dabei sehr langsam. Im Gegensatz zu Paraffinöl und Petroläther, bei welchen die Einstellung der Elektrometernadel nach einer bestimmten Zeit konstant bleibt, konnte ich bei Vaselin ein fortwährendes Anwachsen des Stromes mit der Dauer der Bestrahlung beobachten.[2]) Je höher das Feld war, desto deutlicher war diese Erscheinung ausgeprägt. Bei 800 Volt/cm z. B. war nach 8 Minuten der Bestrahlung ein Wert des Ionisierungsstromes erreicht, welcher merklich konstant blieb, während bei 25000 Volt/cm nach 16 Minuten ein noch ziemlich rasches Anwachsen zu beobachten war. Im übrigen haben die An- und Abklingungskurven einen ganz ähnlichen Verlauf wie im Falle des gereinigten Paraffinöls, nur die entsprechenden Zeiten fallen etwas grösser aus. So war der Effekt bei 800 Volt/cm erst nach 1 Stunde verschwunden.

[1]) Über die Unterschiede im Leitvermögen von Probe zu Probe berichtet auch B. Hodgson, l. c.

[2]) Darüber berichtet auch für *Ra*-Strahlen B. Hodgson, l. c.

Bei höheren Feldern erfolgt das Verschwinden des Ionisierungsstromes rascher, aber auch bei 30400 Volt cm war derselbe noch während mehreren Minuten zu beobachten.

Wegen des langsamen Zeitverlaufes der Stromänderung konnte eine vollständige Kurve (Fig. 14) nur in einer Richtung aufgenommen werden, wobei die Versuchsdauer immer noch 2 Tage betrug. Bei der Fortsetzung am 2. Tage wurden 1—2 Punkte der Kurve vom ersten Tage jedoch kontrolliert. Die Kurve (I_i) der Fig. 14 zeigt den Verlauf einer solchen Ionisierungsstromkurve [(I) ist der natürliche Strom]. Dabei scheint die Sättigung vollständiger als in Paraffinöl (sogar in Petroläther) zu sein. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass jeweils schon nach 15 Minuten Bestrahlung gemessen wurde, dass also der Endwert nicht vollständig erreicht war. Diese Ab-

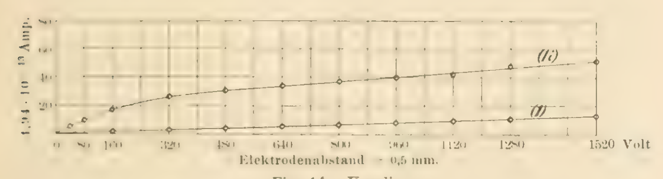


Fig. 14. Vaselin.
Leitvermögen = $8{,}11 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

kürzung schien dadurch geboten, um die Betriebsdauer der Röntgenröhre abzukürzen und dadurch eine möglichst vollkommene Konstanz der Strahlen zu bekommen. Wenn dabei auch möglicherweise der lineare Teil der Kurve etwas steiler verläuft, so dürfte immerhin die Neigung desselben noch geringer sein als bei Paraffinöl. Dass dies bei einer so zähen Substanz der Fall ist, scheint darauf hinzudeuten, dass entweder die Beimengungen langsam wandernder Ionen elektrolytischen Ursprungs in viel geringerem Masse als in den vorher besprochenen Substanzen vorhanden sind, oder vielleicht mit wachsenden Feldern die „Aufladung" so sehr an Einfluss gewinnt, dass die davon herrührende Gegenspannung die Grösse des Ionisierungsstromes merklich verringert (ausführlicher darüber unten bei Paraffin).

Die Untersuchungen des natürlichen und des Ionisierungsstromes bei verschiedenen Temperaturen haben gezeigt, dass sowohl bei Abkühlung, als beim Erwärmen, die beiden Ströme mit der Temperaturerhöhung zunehmen. Wurde das Vaselin bis zum Schmelzen erwärmt, so folgte der natürliche Strom nicht mehr dem Ohm'schen

Gesetze. Derselbe wuchs schneller, als die Spannung und zeigte bei hohen Feldern (4800 Volt/cm) dieselbe anormale Vergrösserung, verbunden mit Schwankungen, wie im Paraffinöl. Letztere verschwanden auch nicht beim Wiederabkühlen. Einen Polarisationsstrom im flüssigen Vaselin konnte ich nicht nachweisen.

Die Zunahme der beiden Ströme mit der Temperaturerhöhung erfolgt erst langsam, nahe am Schmelzpunkte rascher und schliesslich wieder langsamer. Die Fig. 15 gibt den Verlauf der Stromkurven bei 5°, 18° und 54° wieder. (1_i) verläuft annähernd und (3_i) exakt linear, während bei 54° (2_i) eine deutliche Sättigungserscheinung schon in diesem Feldbereiche zu beobachten ist. (1) und (2) sind die natürlichen Ströme. Bei 5° liegt derselbe unter (1). Da die Kurven (1_i) und (3_i) noch annähernd denselben Verlauf haben, sei es erlaubt, den Temperaturkoeffizient für diesen Temperaturintervall (5°—18°) anzugeben. Derselbe berechnet sich zu 0,053. Bei höheren Temperaturen erfolgt die Einstellung des Endwertes und das Verschwinden des Ionisierungsstromes rascher. So wird der Endwert bei 54° (800 Volt/cm) in 1—2 Minuten erreicht, der Anfangswert in 3—4 Minuten, bei höheren Feldern noch rascher.

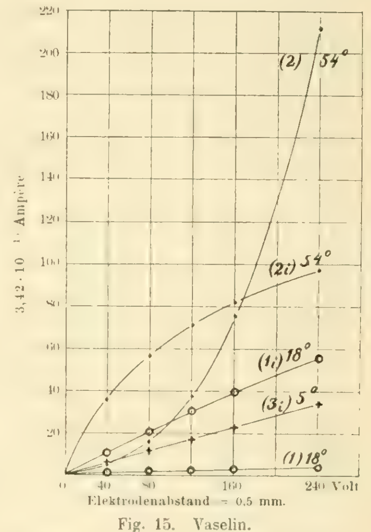


Fig. 15. Vaselin.
Leitvermögen von (1) = $1{,}10 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

Paraffin. Dieser Isolator wurde wie das Vaselin im flüssigen Zustande (Schmelzpunkt 48°) in den Messkondensator hineingegossen und erst nach 24 Stunden untersucht. Beim Anlegen eines Feldes von 400 Volt/cm konnte ein Leitungsstrom nicht beobachtet werden, aber bei 1600 Volt/cm war derselbe deutlich zu erkennen und entsprach einem Leitvermögen bis $6{,}31 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$. Dieser Strom nahm in einigen Minuten um ca. 20—30% ab. Wenn der Endwert sich eingestellt hatte, und der Strom kommutiert wurde, zeigte sich

ein Polarisationsstrom, der ebenso gross wie der ursprünglich, nach dem Anlegen der Spannung, abgelesene Ladungsstrom war. Die bei jeder Spannung sich einstellenden Endwerte des Stromes zeigten die Gültigkeit des Ohm'schen Gesetzes. Das entsprechende Leitvermögen des festen Paraffins berechnet sich im Mittel zu $4,30 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$. Das Kommutieren bei hohen Feldern zeigte immer einen Polarisationsstrom derselben Grössenordnung (100 % und mehr des konstanten Endwertes). Der Verlauf der Ionisierungsstromkurven ist aus der Fig. 16, Kurve (1) ersichtlich. Das Leitvermögen, welches bei 6400 Volt/cm $2,53 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$ betrug, wurde durch Röntgenstrahlen bis $1,47 \cdot 10^{-16}\ \Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$ vergrössert.

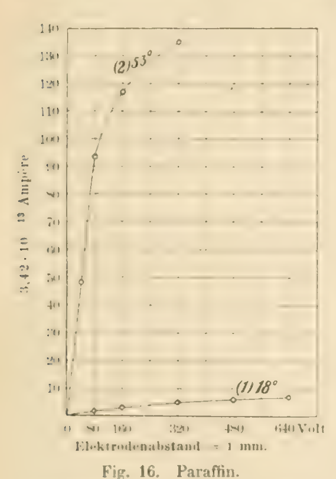


Fig. 16. Paraffin.

Leitvermögen = $2,53 \cdot 10^{-17}\ \Omega^{-1}\,\mathrm{cm}^{-1}$.

Das Anwachsen des Stromes mit der Spannung erfolgt zunächst linear, um schliesslich aber eine Sättigungserscheinung zu zeigen. Von einem Felde von ca. 4800 Volt/cm wächst derselbe wieder linear bis zu den höchsten verwendeten Feldern (16000 Volt/cm). Die Zunahme des Stromes bei der Bestrahlung erfolgte sehr langsam und war, wie auch bei Vaselin, ein fortwährendes Anwachsen derselben mit der Dauer der ersteren zu beobachten. Das Verschwinden des Stromes ging noch langsamer vor sich. So bei einer Feldstärke von 16000 Volt/cm war diese Zeit gleich 36 Minuten. — Es wurde schon bei Vaselin die Ansicht ausgesprochen, dass die beobachtete vollständigere Sättigung, als in den weniger zähen Isolatoren, nur eine scheinbare ist. Da die „Aufladung“ des Dielektrikums eine Funktion sowohl des Feldes, wie der Zeit ist,[1]) so wird man je nach der Richtung der aufgenommenen Kurve und der Dauer jeder Messung, verschiedene Resultate bekommen.

Nimmt man eine Kurve mit aufsteigenden Feldern auf, so wird die Gegenspannung während der Messung fortwährend wachsen.

[1]) H. Greinacher und K. Hermann, Ann. d. Phys. **17** p. 922. 1905. — H. Greinacher, Ann. d. Phys. **18** p. 1020. 1905; Naturwiss. Rundsch. **21** Nr. 11. 1906. E. v. Schweidler, Wien. Ber. IIa **116** p. 1019. 1907; Ann. d. Phys. **24** p. 711. 1907.

Immer mehr Ionen werden verbraucht, um das Dielektrikum zu depolarisieren[1]) und der beobachtete Strom vermindert sich entsprechend. Geht man von höheren Feldern zu den niedrigeren über, ohne bei jedem Felde so lange zu warten, bis der Teil der „Aufladung", welcher von dem höheren Felde herrührt, verschwunden ist, wird das neue Feld noch mehr vermindert, als durch die von ihm selbst herrührende Gegenspannung. Der beobachtete Strom wird nicht dem angelegten, sondern einem kleineren Felde entsprechen. Diese Verminderung des Feldes kann so gross werden, dass z. B. ein positives angelegtes Feld nicht nur kompensiert wird, sondern sogar ein negatives Feld bleibt. Auf diese Weise kann es vorkommen, dass bei einem gewissen Felde kein Ionisierungsstrom, bei einem noch kleineren ein negativer, d. h. im umgekehrten Sinne nachzuweisen sein wird. Wird aber bei jedem Felde lange genug gewartet, so werden die beobachteten Ströme bei kleiner werdenden Feldern um so grösser ausfallen, je geringer prozentualisch die „Aufladung" für dieselbe Anzahl (pro Zeiteinheit) vorhandener Strahlungsionen wird. Der nachstehende Versuch möge das Gesagte veranschaulichen: Nachdem ein Feld von + 16000 Volt/cm während 24 Stunden bei geerdeter oberer Elektrode angelegt war,[2]) mass ich den Ionisierungsstrom bei diesem Felde. Alsdann wurde möglichst schnell + 12 800 Volt/cm angelegt und wieder gemessen. Trägt man die beiden erhaltenen Werte als Ordinaten auf, und legt durch die beiden Punkte eine Gerade, so schneidet diese die Spannungsaxe bei − 3200 Volt/cm. Wenn aber 12 800 Volt/cm noch während einigen Minuten angelegt blieb, und darauf wieder ionisiert wurde, bekam ich einen grösseren Strom. Bei jedem kleineren Felde bekam ich Punkte, die sich immer mehr von der ersten Geraden entfernten und eine konvexe Kurve ergaben. Augenscheinlich vermindert sich während der Messungsreihe die von den höheren Feldern noch herrührende „Aufladung" immer mehr, um dem angelegten Felde zu entsprechen. Wenn nach der Einwirkung von + 16 000 Volt/cm + 400 Volt/cm angelegt wurde, waren sowohl der Ladungsstrom, wie der Ionisierungsstrom negativ. Nach dauernd angelegtem Felde von + 400 Volt/cm wurden sie wieder positiv.

Um die Abhängigkeit der Stromstärke von der „Aufladung" möglichst herabzudrücken, müsste man jedes Feld bei geerdeter oberer Elektrode einige Stunden angelegt lassen und erst dann den Strom messen.[3]) Die in solcher Weise beobachtete Abhängigkeit des

[1]) Über die Rolle der „Aufladung" bei der Ionisation der Dielektrika: G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257, 1908.

[2]) Das Leitvermögen betrug dann $7,23 \cdot 10^{-18}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$.

[3]) Vrgl. A. Becker, l. c.

Stromes von der Spannung würde allerdings nur bei sich (nach den Pausen im Röntgenbetriebe) nicht ändernden Strahlungsintensität zuverlässige Resultate ergeben.

Mit steigender Temperatur nimmt sowohl der Leitungsstrom, wie der Ionisierungsstrom zu. Die Abnahme desselben bei einem Felde von 400 Volt/cm in dem Temperaturintervalle 53°—18° erfolgt folgendermassen: Von 53° an bis zu einer nahe am Schmelzpunkt (43°) liegenden Temperatur nahm der Ionisierungsstrom etwas langsamer als der Leitungsstrom ab. Der Temperaturkoeffizient berechnet sich für den ersteren zu 0,009 (53°—44°), für den zweiteren zu 0,026. Von da an bis ca. 35° nehmen die beiden sehr rasch ab. Der Temperaturkoeffizient des Ionisierungsstromes war gleich 0,133 (40—34°), des Leitungsstromes 0,144. Nachher erfolgt die Abnahme sehr langsam. Die Temperaturkoeffizienten sind 0,044 für den Ionisierungsstrom und 0,05 für den Leitungsstrom (34°—18°). Die Änderung der Ströme mit der Temperatur ist ähnlich der von T. Bialobjesky[1]) in seinen Untersuchungen mit *Ra*-Strahlen beobachteten. Der Verlauf der Ionisierungsstromkurve bei 53° ist in der Fig. 16 Kurve (2) veranschaulicht. Ein direkter Vergleich mit der Kurve (1) (Zimmertemperatur) kann nicht gemacht werden, denn (2) ist bei einer etwas intensiveren Strahlung aufgenommen. Jedenfalls ist eine viel deutlichere Sättigungserscheinung zu beobachten. Der Leitungsstrom steigt bei 53° bis ca. 1600 Volt/cm der Spannung proportional, von da an viel rascher als dieselbe. Die Stromphase, wo derselbe nach den Angaben von T. Bialobjesky (l. c.) langsamer als die Spannung wächst, konnte ich nicht beobachten. Während bei Zimmertemperatur die Stromänderung bei der Bestrahlung sehr langsam erfolgt, sind die Endwerte im flüssigen Paraffin bei allen Feldstärken in 1 bis 3 Minuten erreicht. Der erhebliche Unterschied mit der Temperaturänderung, sowohl in dem Verlaufe der Stromkurve, wie in der Einstellung der Endwerte, kann bei so zähen Substanzen wie Vaselin und Paraffin durch die starke Zunahme der Beweglichkeit der Ionen, wie auch durch die viel schnellere Ausbildung der „Aufladung“ erklärt werden. Je kleiner die Beweglichkeit der Ionen und je grösser der Rückstand ist, desto langsamer wird der Strom anwachsen. Je langsamer der Rückstand sich ausbildet, desto langsamer verschwindet der Ionisierungsstrom.[2])

Die Grösse des Ionisierungsstromes war von dem Vorzeichen der angelegten Spannung unabhängig. Einen Polarisationsstrom im flüssigen Paraffin konnte ich nicht nachweisen.

[1]) T. Bialobjesky, C. R. **149** p. 279. 1909.
[2]) Vrgl. G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257, 1908; T. Bialobjesky, l. c.

Terpentinöl. Olivenöl. Der natürliche Strom in Terpentinöl wurde galvanometrisch untersucht. Er folgte in dem Feldbereiche 400—4800 Volt/cm dem Ohm'schen Gesetze. Von da an stieg er etwas rascher als die Spannung.[1] Das mittlere Leitvermögen bei 400 Volt/cm und 1 mm Elektrodenabstande war gleich $4{,}43 \cdot 10^{-12}$ Ω^{-1} cm^{-1}.

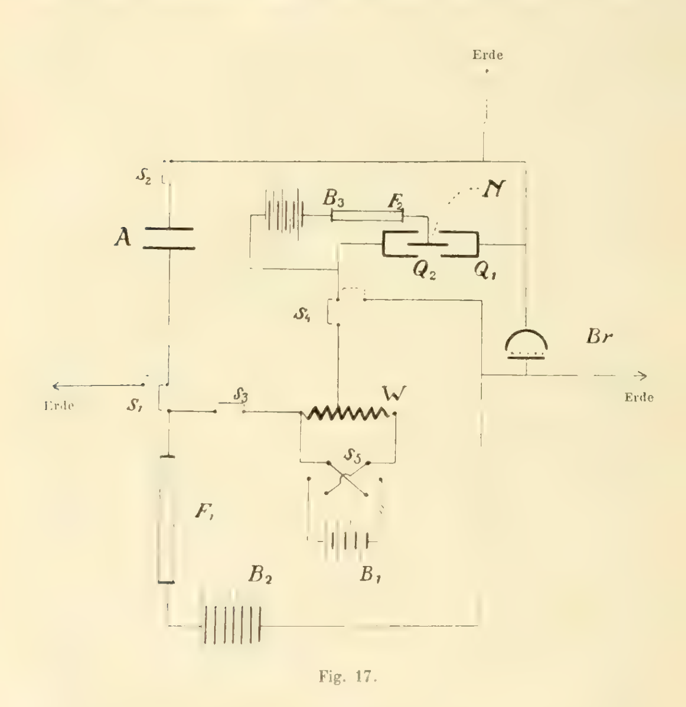


Fig. 17.

Bei einer so grossen Leitfähigkeit konnte der Ionisierungsstrom nur bei sehr kleinen Feldern untersucht werden. Bei einem Elektrodenabstande von 2 mm und einer Spannung von 8,2 Volt war der natürliche Strom elektrometrisch messbar, aber die Wirkung der Strahlen war nicht nachzuweisen. Um die Messung auch bei höheren Feldern bei unveränderter Empfindlichkeit der Messanordnung ausführen zu können, wurde die in Fig. 17 angegebene Kompensationsmethode

[1]) Vrgl. G. Quincke, c. l.

verwendet. Dieselbe besteht in der Hauptsache darin, dass Q_2 auf dasselbe Potential wie Q_1 aufgeladen wird. Zugleich wird zur Nadelspannung diese kompensierende Spannung hinzugeschaltet, so, dass die Potentialdifferenz Nadel-Quadr. ungeändert bleibt. Da die Kompensationsspannung bei stark leitenden Flüssigkeiten nahe gleich der an die Elektrode angelegten war, so konnte erstere durch Subtraktion einer Teilspannung der Batterie B_1 von B_2 hergestellt werden. Der Bronsonwiderstand folgte allerdings bei den hohen Kompensationsspannungen nicht mehr dem Ohm'schen Gesetze. Sein Wider-

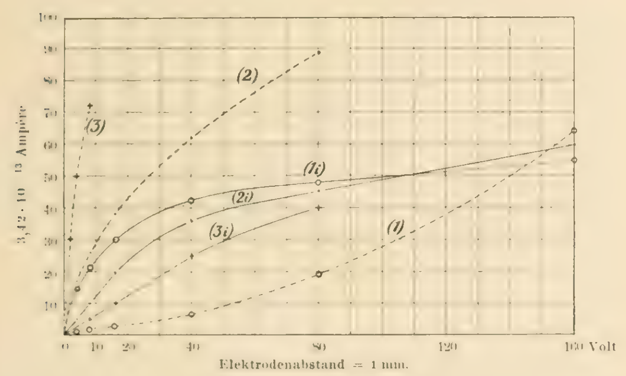


Fig. 18. Petroläther mit Olivenöl.

stand steigt merklich, ein Umstand, der die Messanordnung bei den besser leitenden Flüssigkeiten sogar noch empfindlicher machte, als sie es im Falle der früheren Messungen gewesen war. Trotzdem konnte bei 400 Volt/cm kein Ionisierungsstrom nachgewiesen werden. Ebenfalls negative Resultate habe ich für Olivenöl erhalten. Einige Proben desselben erlaubten, den natürlichen Strom bei 400 Volt/cm elektrometrisch ohne Kompensation zu messen. (Leitvermögen $1{,}17 \cdot 10^{-13}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$). Der natürliche Strom, galvanometrisch gemessen, folgte in dem Bereiche der verwendeten Felder (bis 8000 Volt/cm) dem Ohm'schen Gesetze. Das grösste beobachtete Leitvermögen betrug $7{,}92 \cdot 10^{-13}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

Gemische. Das Vorhandensein einer Leitfähigkeitserhöhung in den schlecht leitenden Flüssigkeiten und die Unmöglichkeit des Nachweises derselben in den besser leitenden liess es von Interesse erscheinen, das Verhalten von Mischungen zu untersuchen. Als brauch-

bare Flüssigkeit hat sich ein Gemisch aus Petroläther oder Benzol mit Olivenöl erwiesen. Die Versuche haben ausnahmslos gezeigt, dass mit dem Zusatze von der besser leitenden Flüssigkeit (Olivenöl) der Ionisierungsstrom sich vermindert. Da jede Probe von den einzelnen Substanzen ein merklich verschiedenes Leitvermögen hatte, so hatten auch die Mischungen bei derselben Menge von jeder Flüssigkeit sehr verschiedene Leitvermögen, so dass einmal ein geringerer Zusatz von Olivenöl das Leitvermögen mehr erhöhte, als ein anderesmal ein grösserer.

Wenn die Kurven der Fig. 18 daher keine allgemein vergleichbaren Resultate darstellen, so lassen sie doch die Abnahme des Effektes mit steigendem Zusatze von Olivenöl in Petroläther deutlich ersehen. Die Kurve (1) gibt den natürlichen Strom im Petroläther wieder, (1_i) den entsprechenden Ionisierungsstrom, (2) den natürlichen Strom einer Mischung von 1 Volumteil von Olivenöl in 400 Volumteilen von Petroläther, (2_i) den Ionisierungsstrom, (3) den natürlichen Strom in einem Gemische 1 : 200 und (3_i) den entsprechenden Ionisierungsstrom. Man sieht, wie schon ein geringer Zusatz von Olivenöl die beiden Ströme beträchtlich beeinflusst. Das Leitvermögen des Petroläther bei 400 Volt/cm berechnet sich zu $2{,}36 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$, des Gemisches 1 : 400 zu $2{,}08 \cdot 10^{-14}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$ und desjenigen 1 : 200 zu $8{,}53 \cdot 10^{-14}\ \Omega^{-1}\ \mathrm{cm}^{-1}$.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass schon bei so kleinem Zusatze von Olivenöl sich das Leitvermögen beinahe dem des reinen Olivenöls näherte, und trotzdem der Ionisierungsstrom noch bedeutend war, während er im reinen Olivenöl nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Es scheint, dass nicht nur der Dissoziationsgrad der Flüssigkeit, sondern auch die Dissoziierbarkeit des Mediums, in dem die Ionen sich befinden, eine Rolle spielt. In einigen Proben gelang es mir, die Kurven bis zu höheren Feldern aufzunehmen, wobei ich stets dasselbe Resultat erhielt.[1] Ich bekam immer Kurven, welche sich schneiden und mit dem Konzentrationsgrade bei höheren Feldern steiler aufsteigen. Während daher die Ionisierungsströme bei kleineren Spannungen mit steigender Eigenleitfähigkeit fortwährend kleiner werden, scheint dazu im Gegensatz bei hohen Feldern der Effekt keineswegs kleiner auszufallen. Wenn daher im allgemeinen bei besser leitenden Flüssigkeiten keine Ionisierung beobachtet wurde, so scheint dies davon herzurühren, dass man nicht bei genügend hohen Feldern untersuchte. Darauf ist es wohl zurückzuführen, dass man an besser leitenden Flüssigkeiten sowohl zu positiven als zu

[1] Auch in Gemischen trat häufig eine anormale Stromvergrösserung bei der Felderhöhung auf.

negativen Resultaten gelangen kann. A. Righi[1] findet z. B. mit *Ra*-Strahlen einen Effekt in Olivenöl und Terpentinöl.

Ähnliche Resultate wie oben habe ich für Mischungen aus Benzol und Olivenöl erhalten.[2] Die Eigenleitfähigkeit des Benzols (als „tiophenfreies" bezogen) betrug im Mittel $5{,}84 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \text{cm}^{-1}$ bei 400 Volt/cm, und der Strom folgte durchschnittlich bis 80 Volt/cm dem Ohm'schen Gesetze. Von da an stieg er ein Stück weit (höchstens bis 1600 Volt/cm) langsamer als die Spannung, um nachdem wieder dem Ohm'schen Gesetze zu folgen. Einige Proben zeigten

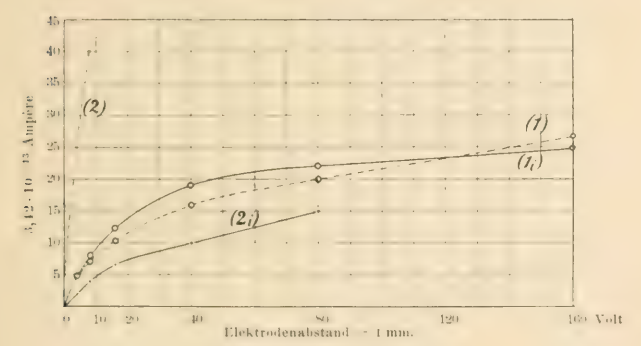


Fig. 19. Benzol mit Olivenöl.

Leitvermogen von (1) für 400 Volt/cm $= 5{,}40 \cdot 10^{-15}\ \Omega^{-1}\ \text{cm}^{-1}$,
von (2) $= 3{,}78 \cdot 10^{-14}\ \Omega^{-1}\ \text{cm}^{-1}$.

von ca. 4800 Volt/cm an ein schnelleres Anwachsen des Stromes als der Spannung. Ein Zusatz von Olivenöl erhöhte die Leitfähigkeit beträchtlich, und zugleich änderte sich der Verlauf der Stromkurve, indem die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze geringer wurden. Von allen von mir untersuchten Substanzen habe ich im Benzol die vollständigste Sättigung des Ionisierungsstromes beobachten können.[3] Im Gemische verlor der Ionisierungsstrom sowohl an Grösse, wie an Vollständigkeit der Sättigung. Die Kurven (1_i) und (2_i) der Fig. 19 mögen den Unterschied zeigen. Die Kurve (1) ist der natürliche Strom im Benzol, (2) — eines Gemisches von 1 cm³ Olivenöl mit 50 cm³

[1] A. Righi, Phys. Z. S. **6** p. 877. 1905.

[2] Die Versuche mit Benzol sind nicht so weit durchgeführt worden, weil auch die Bernsteinisolation durch diese Flüssigkeit sehr stark angegriffen wurde.

[3] Vgl. für *Ra*-Strahlen: G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257. 1908.

Benzol. Alle Kurven sind in der Richtung der steigenden und darauf in der der abnehmenden Felder aufgenommen.

Will man eine Erklärung versuchen für die experimentell gefundene Abnahme des Ionisierungsstromes mit zunehmender Eigenleitfähigkeit, so scheint es naheliegend, dies auf die Zunahme der Wiedervereinigung der Strahlungsionen bei steigendem Dissoziationsgrad anzunehmen. Man kann sich etwa durch folgende Überlegung, wenigstens qualitativ, Rechenschaft von diesem Einfluss geben.

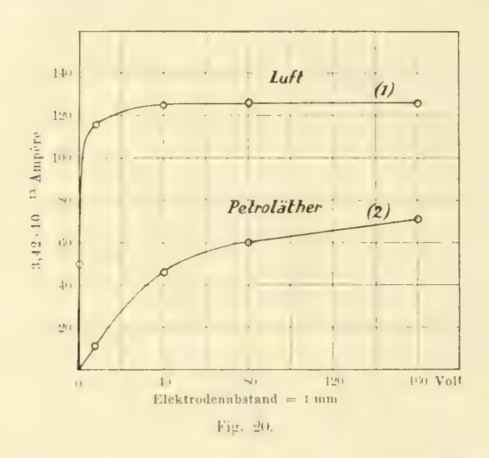


Fig. 20.

Bezeichnet man mit α den Wiedervereinigungskoeffizient der natürlichen Ionen, mit n_0 die pro cm³ vorhandene Zahl positiver bezw. negativer Ionen, und ist q die Zahl der pro Sekunde durch Dissoziation entstandenen Ionen, so ist: $\alpha n_0^2 = q$.

Werden nun pro Sekunde j Strahlungsionen gebildet, so hat man, wenn n die neue Ionenzahl (Leit. + Strahlungsionen) bedeutet, entsprechend: $\alpha n^2 = q + j$.

Hierbei ist allerdings vorausgesetzt, dass α für die beiden Ionenarten dasselbe sei. Aus diesen beiden Ansätzen folgt:

$$n = \sqrt{\frac{q}{\alpha}} \cdot \sqrt{1 + \frac{j}{q}} = n_0 \sqrt{1 + \frac{j}{q}}$$

Ist j klein gegenüber q, so ist annähernd

$$n = n_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{j}{q}\right)$$

$$\text{oder: } n - n_0 = \frac{n_0 j}{2 q} = \frac{j}{2 \alpha n_0}$$

Der Ionisierungsstrom bei kleinen Feldern ist nun proportional $(n - n_o)$. Er wächst nach der aufgestellten Formel mit der Ionisierung j und nimmt mit zunehmender Eigenleitfähigkeit n_o, sowie mit wachsender Wiedervereinigung α, ab. Solange letztere für verschiedene Proben als konstant angesehen werden darf, ist der Ionisierungsstrom einfach umgekehrt proportional der Eigenleitfähigkeit. Der Unterschied des Ionisierungsstroms in reinem Olivenöl und im

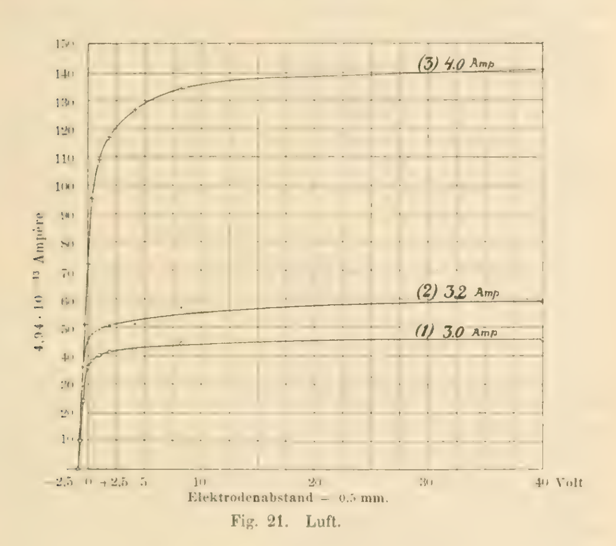


Fig. 21. Luft.

Gemische von Petroläther mit wenig Olivenöl lässt vermuten, dass hier die Wiedervereinigung α sehr verschieden ist.

Die Leitfähigkeiten waren von derselben Grössenordnung und doch war in Olivenöl kein Ionisierungsstrom mehr nachzuweisen. Das α scheint daher, wenn die Ionen im Olivenöl sich befinden, bedeutend grösser zu sein, als in Petroläther.

Vergleichsversuche mit Luft. In demselben Messkondensator untersuchte ich den Ionisierungsstrom in Luft. Die natürliche Leitfähigkeit war nicht nachzuweisen, aber die Wirkung der Strahlen ergab einen beträchtlichen Strom schon bei dem angelegten Felde 0 Volt, was auf die Potentialdifferenz der beiden Elektroden (Al-

Messing) zurückzuführen ist.[1]) Die Spannung, welche angelegt werden musste, um den Strom O zu erhalten, schwankte zwischen — 0,8 bis — 1,0 Volt und deutete auf die Inkonstanz der Elektrodenoberfläche.[2])

Die Kurven der Fig. 20 zeigen den Unterschied zweier gleich hintereinander gemessenen Ionisationsströme: (1) in Luft, (2) in Petroläther; (1) ist der Mittelwert zweier Versuchsreihen vor und nach der Aufnahme von (2). Wie man sieht, ist im Falle der Luftionisierung die Sättigung vollkommen schon bei 400 Volt cm. Bei einer intensiveren Strahlung war dieselbe bei 800--1600 Volt/cm vollständig. Die entsprechenden Stromkurven sind in der Fig. 21 veranschaulicht. Bei (1) war die Stromstärke in der Primärspule des Induktoriums 3,0 Amp., bei (2) 3,2 Amp. und bei (3) 4,0 Amp. Mit der Vergrösserung des Elektrodenabstandes nahm der Strom zu, aber langsamer als der erstere. So war der Sättigungsstrom ca. 1,1 mal grösser, wenn der Abstand von 0,25 mm auf 0,5 mm gebracht wurde und 1,3 mal grösser bei einer Änderung desselben von 0,5 mm bis 1,0 mm.

Absorptionsversuche.

Im Folgenden sollte die praktische Verwendung der Ionisierung in flüssigen Isolatoren zu Absorptionsmessungen versucht werden. Es schien nämlich nicht ohne Interesse, die Absorption in Metallen miteinander zu vergleichen, wenn im Messgefäss einmal Luft und das anderemal ein flüssiges Dielektrikum verwendet wurde. Von den untersuchten Isolatoren war Petroläther am geeignetsten dafür. Erstens erfolgt die Einstellung des Stromes sehr rasch, zweitens ist er bei verhältnismässig kleinen Feldern und am vollständigsten (ausser bei Benzol) gesättigt. Die Versuche wurden folgendermassen ausgeführt. Anstatt der Bleiblende N (Fig. 1) wurden in den Schlittenapparat L Al- oder Sn-Folien von bestimmter Dicke und in verschiedener Zahl hineingelegt und der Ionisierungsstrom im Messapparat (Luft) beobachtet. Alsdann wurde der Kondensator mit Petroläther gefüllt, und nachdem der natürliche Strom konstant geworden war, der Sättigungsstrom mit und ohne Folien gemessen.[3]) Im Falle der Ionisierung von Petroläther wurden diese Messungen bei verschiedenen Spannungen, jedoch auf dem linearen Teil der Stromkurve ausgeführt, wobei ich für den Absorptionskoeffizienten stets gleiche Werte erhielt. Um die Konstanz der Strahlungsintensität

[1]) Vrgl. H. Greinacher, Phys. Z. S. **10** p. 986, 1909.

[2]) H. Greinacher, Ann. d. Phys. **16** p. 708, 1905.

[3]) Über gelegentliche Absorptionsmessungen mittels Petroläther (*Ra*-Strahlen) berichtet zum ersten Male G. Jaffé, Ann. d. Phys. **25** p. 257, 1908.

zu prüfen, wurde jeweils nach solchen Messungen eine Kontrollmessung mit Luft an Stelle von Petroläther gemacht. Die Resultate sind auf der Fig. 22 graphisch dargestellt. Auf der Abszissenaxe ist die Anzahl der dazwischengeschobenen Folien aufgetragen, auf der Ordinatenaxe der Brigg'sche Logarithmus der Stromstärke. Kurve (1) gibt das Absorptionsgesetz für Al (Dicke der Folien 0,0057 cm[1]) im Falle der Messung des Stromes in Luft, (2) das entsprechende in Petroläther. (3) Absorption in Sn (eine Folie = 0,0013 cm) mittels Luft- und (4) mittels Petrolätherionisierung.

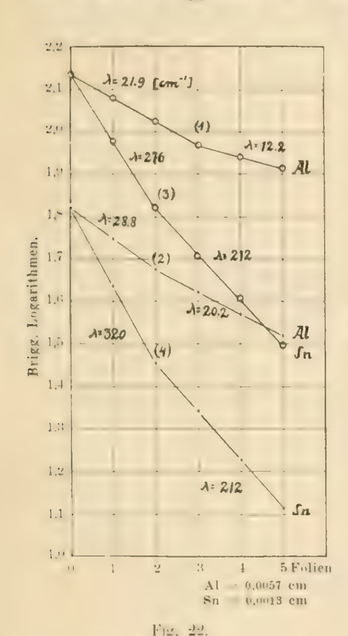


Fig. 22.

(1) (3) Gemessen mittels Luftionisierung.
(2) (4) „ „ Petrolätherionisierung.

Man sieht, dass das Absorptionsgesetz bis zu gewissen Schichtdicken exponentiell verläuft (linearer Verlauf der Kurven), der Koeffizient aber mit wachsender Schicht schliesslich abnimmt. Ob der Absorptionskoeffizient sich dabei sprungweise ändert, wie es die Knicke der Kurven vermuten lassen, kann wohl erst durch weitere Versuche festgestellt werden. Der Koeffizient berechnet sich im allgemeinen (nach der üblichen Formel $J = J_0 e^{-\lambda d}$) etwas grösser bei Verwendung von Petroläther, im übrigen aber führten beide Messungsarten zu wesentlich denselben Werten.

Um zu untersuchen, inwiefern die Messungen durch die Dimensionen des Kondensators beeinflusst werden, wurden Vergleichsbeobachtungen bei verschiedenem Abstande der Elektroden ausgeführt. Aus den Kurven der Fig. 23 *a* und 23 *b* ist zu ersehen, dass der Absorptionskoeffizient sich bei Änderung des Abstandes von 0,5 mm auf 1,0 mm nur wenig ändert, dass aber bei Petroläther die Änderung ausgesprochen grösser ist. Wegen der grösseren Unabhängigkeit der Resultate vom Elektrodenabstande scheinen die Messungen mittels Luft-

[1] Mit Sphärometer gemessen.

ionisierung für Absorptionsmessungen offenbar geeigneter zu sein, ein Resultat, das vor der Ausführung entsprechender Versuche mit flüssigen Dielektrika nicht vorauszusehen war. Unter Berücksichtigung, dass Luft auch eine geringere Eigenleitfähigkeit besitzt, besteht keine Aussicht, Messungen mittels Luft durch solche mit Petroläther mit Vorteil zu ersetzen. Immerhin führte ich der Vollständigkeit halber einige Versuche mittels Ionisierung in Paraffinöl aus und bestimmte die Absorption in Al.[1] Die Kurve (1) der Fig. 24 ist bei einem Felde von 14400 Volt/cm aufgenommen, (2) bei 11200 Volt/cm und (3) bei 9600 Volt/cm. Die bei verschiedenen Feldintensitäten gemessenen Absorptionskoeffizienten ergaben sich (s. Fig. 24) ziemlich von derselben Grösse. Ferner wurde noch die Absorption der Strahlen in verschiedenen festen (Paraffin) und flüssigen Substanzen gemessen und zwar mittels Luftionisierung. Die

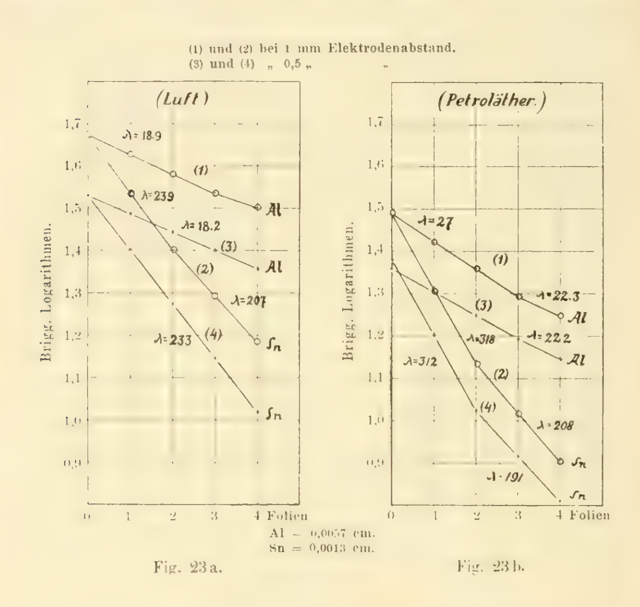


Fig. 23a. Fig. 23b.

[1]) Wegen der langsamen Einstellung der Endwerte des Ionisierungsstromes waren diese Messungen sehr zeitraubend, und die Strahlungsintensität und Röhrenhärte blieben nicht konstant. Deswegen konnten Vergleichsversuche mit Luftionisierung nicht ausgeführt werden.

zu untersuchende Flüssigkeit befand sich in einem flachen zylindrischen Gefässe, welches in den Schlittenapparat hineingestellt wurde. Dasselbe bestand aus einem schmalen Glasringe mit einer als Boden daran angekitteten, 0,0057 cm dicken, Al- Folie. Die Dicke der Flüssigkeitsschicht wurde mittels einer Spitze zum Einstellen und eines Ablesemikroskops kathetometrisch gemessen. Ein direkter Vergleich mit dem oben für Metalle gefundenen Absorptionskoeffizienten kann, wie hier bemerkt sei, nur unter der Annahme durchgeführt werden, dass der Al-Boden des Gefässchens die Strahlungsqualität ungeändert liess. Um von dieser Voraussetzung unabhängig zu sein, wurden die Messungen so verglichen, dass ich auch die Absorption einer Al-Folie, die auf das leere Gefäss gelegt wurde, mass. Ich verglich dann stets Strahlen, welche den Gefässboden durchgesetzt hatten.

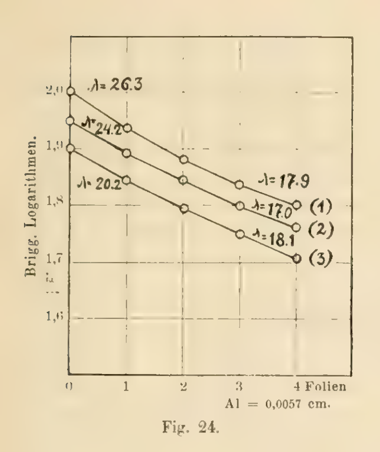


Fig. 24.

Die Resultate für verschiedene Substanzen und Schichtdicken sind in der Tabelle IV angegeben.

Tabelle IV.

	d (cm)	λ [cm^{-1}]
Petroläther	0,288	0,416
„	0,211	0,468
„	0,121	0,491
„	0,107	0,545
Paraffinöl	0,255	0,524
„	0,131	0,536
Olivenöl	0,318	0,595
Vaselin	0,499	0,444
Paraffin	0,456	0,469
Terpentinöl	0,255	0,470
Wasser	0,402	1,081
Al	0,0057	13,700

Die Absorptionskoeffiziente für Petroläther sind wegen seiner raschen Verdampfung am unzuverlässigsten. Zwar wurde die Schichtdicke vor und nach den Messungsreihen bestimmt und auf die Beobachtungszeit interpoliert, jedoch konnten die Versuchsfehler dadurch nur teilweise eliminiert werden. Aus dem Absorptionskoeffizienten für Petroläther $\lambda = 0{,}468$ berechnet sich die Schichtdicke, welche die Hälfte der Strahlen absorbiert, zu 1,48 cm.[1])

Über den Einfluss der Temperatur auf die Eigenleitfähigkeit.

Schon im Vorhergehenden sind gelegentliche Versuche über die Stromänderung mit der Temperatur mitgeteilt worden. Die Ergebnisse waren jedoch so unerwarteter Art, dass es von Interesse schien, noch einige besondere Versuche über den Gegenstand auszuführen. Insbesondere sollte die Erscheinung, dass bei Abkühlung der flüssigen Dielektrika eine starke Stromvergrösserung erfolgte, näher verfolgt werden.

Bei der Abkühlung von elektrisch ungereinigtem Paraffinöl, das einem Felde von 400 Volt/cm ausgesetzt war, vermindert sich der Strom zunächst für eine gewisse Zeit. Der *positive* Temperaturkoeffizient betrug während dieser Phase 0,02 — 0,03. Nachdem der Strom seinen kleinsten Wert erreicht hatte, fing derselbe sich zu vergrössern an, erst langsam, dann immer rascher und wurde oft schliesslich so gross, dass die Skala zur Messung nicht ausreichte. Die Stromvergrösserung war im übrigen sehr verschieden, aber je kleiner der Stromwert bei Zimmertemperatur war, um so geringer war dieselbe und um so später trat sie ein. Es gab Proben, bei welchen das Ansteigen erst eintrat, nachdem während 1—2 Stunden eine konstante Temperatur von 3° aufrecht erhalten worden war, wobei der Strom sich dann nur ca. um die Hälfte vergrössern konnte. In den günstigsten Fällen blieb sogar eine Stromvergrösserung bei 400 Volt/cm aus, trat aber alsbald ein, wenn 800 Volt/cm angelegt wurde. Der Strom blieb dann auch bei 400 Volt/cm vergrössert und zwar stundenlang, wobei die Stromstärke fortwährend kleine Schwankungen aufwies. Durch Bewegen der oberen Elektrode konnte man den Strom bis unter den bei Zimmertemperatur beobachteten verringern. Dies gelang jedoch nur, wenn die angelegte Spannung nicht sehr hoch war. Auch die herbeigeführte Stromänderung blieb nicht bestehen, und konnte jedenfalls durch Anlegen eines hohen Feldes stets die ursprünglich starke Stromvergrösserung wieder hergestellt

[1]) Über Absorptionsmessungen der β-Strahlen in Flüssigkeiten vrgl. W. A. Borodowsky, Phil. Mg. **19** p. 605, 1910.

werden. Nur das Wiedererwärmen auf Zimmertemperatur hatte ein dauerndes Sinken des Stromes zur Folge. Der Wert war aber immerhin 2—5 Mal grösser, als vor dem Abkühlen. Wenn ich zu den Versuchen elektrisch gereinigtes Paraffinöl verwendete, so konnte eine viel kleinere Stromzunahme mit der Abkühlung beobachtet werden. Jedenfalls war hier die Messung bis zu den höchsten Feldern möglich, auch traten Schwankungen nicht ein. Die Stromkurven zeigten im übrigen stets grössere Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze bei niedrigeren Temperaturen als bei Zimmertemperatur (vrgl. die Kurven (1) und (3) der Fig. 8).

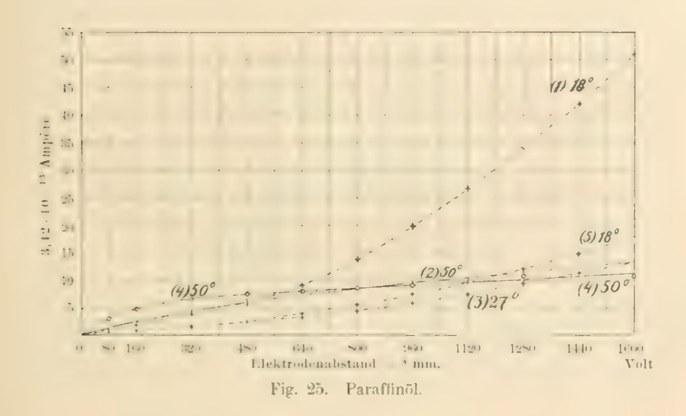


Fig. 25. Paraffinöl.

Die Änderung der Leitfähigkeit mit der Temperaturerhöhung hing in nicht ganz einfacher Weise von der angelegten Spannung ab. Die Resultate lassen sich wohl am besten an Hand der Fig. 25 übersehen. Die Kurve (1) ist für eine während 115 Stunden gereinigte Probe bei Zimmertemperatur aufgenommen. Darauf wurde das Paraffinöl bis 50° erwärmt und die Kurve (2) erhalten. Man sieht, wie die Stromänderung mit der Temperatur von dem Felde abhängig ist. Hier z. B. ist von 400 bis 4800 Volt cm der Temperaturkoeffizient positiv, bei höheren Feldern hingegen negativ. Nach Wiederabkühlung von 50° bis 27° hatte die Kurve den Verlauf (3). Ein wiederholtes Erwärmen auf 50° hatte eine Stromänderung zur Folge, welche die Kurve (4) veranschaulicht. Der positive Temperaturkoeffizient ist grösser, als bei dem ersten Erwärmen. Bei höheren Feldern zeigte die Kurve eine geringere Neigung gegen die Abszissenaxe, als (2)

Schliesslich wurde das Paraffinöl auf 18° bei einem während 21 Stunden angelegten Felde von 16000 Volt cm abgekühlt, worauf die Kurve den Verlauf (5) hatte. Diese Kurve blieb bei Zimmertemperatur nach fortgesetzter mehrtägiger Reinigung konstant. Das angeführte Beispiel zeigt, dass der Vorgang ziemlich komplizierter Natur ist. Dass der Strom nach Wiederabkühlen gewöhnlich den ursprünglichen Wert nicht erreicht und dass die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze geringer werden, lässt auf eine lebhaftere „Reinigung“ bei höheren Temperaturen schliessen. (Vrgl. z. B. (1) und (5) der Fig. 25). Dass aber der Verlauf der Kurven mit der Temperaturerhöhung immerhin ein ganz verschiedener ist (vrgl. (4) und (5)) und der Umstand, dass die Unterschiede bei wiederholtem Erwärmen, also gerade für „reinere“ Flüssigkeit grösser werden (vrgl. (2), (3) und (3), (4)) zeigt, dass bei höheren Temperaturen ausser der lebhafteren Entfernung der Beimengungen wahrscheinlich auch die Feldverteilung eine ganz andere wird.[1] Dieselbe scheint eine Sättigung des Stromes zur Folge zu haben. Nach den Versuchen von J. Schröder,[2] der in dem besser leitenden Äthyläther nach einer gründlichen „elektrischen“ Reinigung gesättigte Ströme beobachtet hat, würde es auch hier nicht unwahrscheinlich machen. Allerdings sind noch weitere Versuche erforderlich, um diese Frage völlig aufzuklären.

Ich untersuchte, ob diese anormale Stromänderung mit der Temperatur auch bei den besser leitenden Flüssigkeiten vorkommt. Unter denselben Bedingungen wurden „ungereinigte“ Terpentinöl, Olivenöl und Leinöl untersucht, aber der Temperaturkoeffizient war durchwegs positiv. So erhielt ich folgende Werte für $\varkappa$

Terpentinöl

$\varkappa$	Temperaturintervall
0,025	19—43
+ 0,037	23°—50°
+ 0,029	18°—3°

Olivenöl

$\varkappa$	Temperaturintervall
+ 0,054	20°—47°

Leinöl (Leitvermögen $5{,}60 \cdot 10^{-11}\ \Omega^{-1}\ cm^{-1}$)

$\varkappa$	Temperaturintervall
+ 0,011	18°—0°

[1] Dass die Feldverteilung von den Beimengungen abhängig ist und einen Einfluss auf die Stromkurve hat, folgt aus den Untersuchungen von E. Warburg, l. c.

[2] J. Schröder, l. c.

Die Stromkurven hatten denselben Verlauf wie bei Zimmertemperatur und zeigten für Terpentinöl und Olivenöl nur bei höheren Feldern kleine Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze: der Strom stieg etwas rascher als die Spannung. Für Leinöl war das Ohm-sche Gesetz giltig. Es scheint, dass die beobachtete „Anomalie" nur bei schlecht leitenden Flüssigkeiten vorkommt.

Um die Versuchsbedingungen etwas zu variieren, wurden die zunächst folgenden Versuche an Paraffinöl mit einem anderen Messapparat ausgeführt. Aus der Fig. 26 ist die getroffene Anordnung deutlich zu ersehen. Das Messinggefäss G ist würfelförmig und kann in den Thermostaten T so hineingestellt werden, dass die

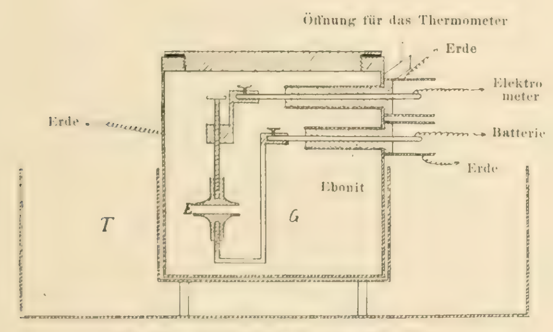


Fig. 26. Messapparat (1/2 der naturl. Grosse)

Elektroden E entweder horizontal oder vertikal stehen. Dabei waren alle Dimensionen so berechnet, dass die Elektroden (die Fläche derselben war gleich derjenigen der oberen Elektrode im früher benutzten Apparate) in beiden Fällen in die Flüssigkeit völlig eintauchten. Da die „Anomalie" am stärksten in ungereinigten Proben ausgeprägt war, untersuchte ich im Folgenden nur „unreine" Proben.

Die in früherer Weise ausgeführten Versuche zeigten, dass auch in diesem Gefässe die Stromvergrösserung mit der Abkühlung dieselbe blieb. Dass sowohl die gleiche Beschaffenheit der Elektroden (beide aus Messing), wie die verschiedene Lage derselben (horizontale bezw. vertikale) keinen Einfluss hatten. Dass die Beschaffenheit der Elektroden eine nicht unbedeutende Rolle in der Stromleitung spielt, hat J. Schröder (l. c.) festgestellt. Im speziellen soll der Temperatur-

koeffizient der Grösse und dem Vorzeichen nach beeinflusst werden. Eine solche Untersuchung verlangte aber eine ganz andere Versuchsanordnung, und es lag nicht in den Rahmen dieser Arbeit, die Eigenleitfähigkeit der Isolatoren, welche Frage an und für sich schon eine ziemlich komplizierte ist, näher zu untersuchen. Der Vollständigkeit halber wurden die Elektroden schwach vergoldet, ohne dass jedoch ein Einfluss auf die Erscheinung beobachtet wurde.

Nachdem festgestellt worden ist, dass im Voltaeffekt eine auf den Elektroden vorhandene Wasserschicht die Hauptrolle spielt,[1]) schien es nicht unwahrscheinlich, dass auch in dem zu untersuchenden Falle dieselbe einen Einfluss ausüben würde. Dass in den schlecht leitenden Flüssigkeiten das Feld überhaupt nicht homogen ist, zeigen die Versuche von E. Warburg,[2]) H. Gädeke,[3]) E. v. Schweidler[4]) und K. Prjibram,[5]) aus denen hervorgeht, dass der Potentialgradient an den Elektroden grösser als in der Mittelschicht ist. Wenn die Unhomogenität des Feldes mit der Temperaturerniedrigung sowohl wegen der Ionenkonzentration, wie wegen der grösseren Zähigkeit der Flüssigkeit erhöht wird, so kann der Potentialgradient nahe an den Elektroden so gross werden, dass von denselben Teilchen losgerissen werden, und besser leitende Brücken entstehen, welche die kolossale Stromzunahme erklären würden. Eine Bewegung der oberen Elektrode kann diese Brücken bei kleinen Feldern zerstören, die aber bei höheren sofort wieder entstehen.

Ausserdem treten in Flüssigkeiten, die ungleich leitende Beimengungen enthalten, wie das E. Warburg (l. c.) gezeigt hat, Konvektionsströmungen auf, welche die Sache noch komplizierter machen.

Das Entfernen der Wasserhaut sollte durch das Erwärmen des Paraffinöls mit den Elektroden über 100° möglich sein.[6]) Nachdem dies während $\frac{1}{2}$ Stunde bis 110—120° geschehen und bis Zimmertemperatur wieder abgekühlt war, wurde der Strom gemessen, und bei einem angelegten Felde von 400 Volt cm das Paraffinöl allmählich abgekühlt. Der Strom sank während 45 Minuten, worauf er ungefähr bei 7,5° ganz wenig zu steigen anfing und auch bei 3,5° noch einen kleinen negativen Temperaturkoeffizient — 0,025 zeigte. Dieser Wert blieb während 2 Stunden konstant. Alsdann wurde der Stromverlauf

[1]) J. Brown, Phil. Mag. **5** p. 591. 1903; H. Greinacher, Ann. d. Phys. **16** p. 708. 1905.

[2]) E. Warburg, l. c.

[3]) H. Gädeke, l. c.

[4]) E. v. Schweidler, Ann. d. Phys. **4** p. 307. 1901.

[5]) K. Prjibram, l. c.

[6]) Vrgl. J. Brown, l. c.

bis 1600 Volt/cm verfolgt, und obwohl die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze ziemlich beträchtlich waren, trat jedoch auch bei diesem Felde keine so erhebliche, wie die gewöhnlich beobachtete Stromvergrösserung, verbunden mit Schwankungen, ein. Es war zwar auch früher in einigen Fällen keine Stromvergrösserung bei 400 Volt/cm zu beobachten, aber bei 800 Volt/cm gelang es mir in keiner Probe, den Strom zu messen. Da aber Paraffinöl als Mischung von Kohlenwasserstoffen bei dem Erwärmen fraktionierte Destillation erfährt, konnte die Substanz nachher ganz andere Eigenschaften erworben haben. Um das zu kontrollieren, wurden die Elektroden herausgenommen, zur Reinigung von Paraffinöl mit Petroläther abgespült und, nachdem dieselben während ca. 20 Minuten in der Luft geblieben waren, wieder angeschraubt, worauf man das ausgekochte Paraffinöl bis 3° nochmals abkühlte. Schon bei einem Felde von 400 Volt/cm war der Strom nach 35 Minuten so gross, dass die Skala aus dem Gesichtsfelde verschwand. Nach dem erneuerten Auskochen der Elektroden bis 120° während 1 Stunde und darauf folgender anderthalbstündiger Abkühlung bis 5° konnte der Strom bis 4800 Volt/cm verfolgt werden. Bei allen Feldern war eine Abnahme desselben mit der Temperatur zu beobachten. Der entsprechende *positive* Temperaturkoeffizient betrug bei 800 Volt/cm 0,033, bei 4800 Volt/cm 0,027. Nach einer zweistündigen Abkühlung bis 3,5° waren die Werte immer kleiner als bei Zimmertemperatur. Nur wenn 4800 Volt/cm eine Zeitlang (ca. 1 Stunde) angelegt blieb, stieg der Strom bis auf den bei Zimmertemperatur beobachteten Wert an. Bei Feldern bis 800 Volt/cm waren die Werte jedoch unverändert geblieben. Nach Wiedererwärmen auf 19° stieg der Strom bei allen Feldern an, also blieb der Temperaturkoeffizient durchwegs positiv.

Während diese Versuche für den beträchtlichen Einfluss der Wasserhaut auf den Elektroden sprechen, so können sie allerdings nicht zu einer vollständigen Erklärung führen. Es muss dies erst weiteren Versuchen vorbehalten bleiben.

IV. Zusammenfassung.

Ionisierung durch Röntgenstrahlen.

1. Es wurde die Leitfähigkeitserhöhung in Paraffinöl, Petroläther, Ligroin, Benzol, Vaselin und Paraffin durch Röntgenstrahlen gemessen und unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Ähnliche Untersuchungen an Terpentinöl und Olivenöl konnten nicht ausgeführt werden, da hier keine Ionisierung nachgewiesen werden konnte.

2. Der Ionisierungsstrom erwies sich merklich unabhängig von dem „Reinheitsgrade" des Paraffinöls, wenn das Leitvermögen durch eine „elektrische" Reinigung ca. auf $^1/_{20}$ heruntergesetzt wurde.

3. Der Ionisierungsstrom ist unabhängig von dem Vorzeichen der angelegten Spannung.

4. Der Ionisierungsstrom wächst zuerst proportional mit der Spannung. In einem gewissen Feldbereiche ist eine deutliche Sättigungserscheinung zu beobachten. Dieser Feldbereich liegt, je nach dem Elektrodenabstande und der Röhrenhärte, für Paraffinöl im Mittel zwischen 800—2400 Volt/cm, für Petroläther und Ligroin 300—1000 Volt/cm, Benzol 100—1000 Volt/cm. Für Vaselin und Paraffin zwischen 1600—4800 Volt/cm. Der weitere Stromverlauf ist ein linearer (nicht immer ganz exakt für Paraffinöl), aber ein Sättigungsstrom, wie im Falle der Gase, konnte selbst bei Feldstärken von 28800 Volt/cm nicht beobachtet werden. Die ganze Stromkurve kann durch die Formel von G. Jaffé $i = f(e) + ce$ ausgedrückt werden.

5. Eine intensivere Strahlung hat eine unvollständigere Sättigung zur Folge.

6. Bei Mischungen aus Petroläther oder Benzol mit Olivenöl konnte sowohl die Verminderung des Ionisierungsstromes bei kleinen Feldern, wie die geringere Vollständigkeit der Sättigung bei den höheren, mit dem Prozentgehalte an Olivenöl beobachtet werden.

7. Die verschiedene Vollständigkeit der Sättigung hängt, ausser von der verschiedenen Ionisierung von Substanz zu Substanz, von der Wiedervereinigung der Ionen, der Zähigkeit, der Eigenleitfähigkeit und wahrscheinlich von der „Aufladung" des Mediums ab. Bei ungefähr gleicher Eigenleitfähigkeit tritt die Sättigungserscheinung bei um so höheren Feldern ein, je zäher die Substanz ist, und um so unvollständiger wird sie. Die beobachtete scheinbar vollständigere Sättigung in Vaselin und Paraffin wurde auf den Einfluss einer grossen und sich sehr langsam ausbildenden „Aufladung" zurück-

geführt. Die Abhängigkeit des Ionisierungsstromes $(n - n_0)$ in Mischungen von Flüssigkeiten mit beträchtlich verschiedenem Leitvermögen von der Eigenleitfähigkeit n_0 und von dem Wiedervereinigungskoeffizient α bei konstanter Ionisierung j wurde für *kleine Felder* durch die angenäherte Formel: $n - n_0 = j/2\, n_0\, \alpha$ ausgedrückt.

8. Mit der Verminderung des Elektrodenabstandes wird der Ionisierungsstrom bei kleinen Feldern grösser, bei genügend hohen kleiner. Die Sättigung wird vollständiger.

9. Eine Temperaturerhöhung hat eine Zunahme des Ionisierungsstromes, eine Temperaturerniedrigung eine Abnahme desselben zur Folge. In dem Temperaturintervalle 3°—50° C. wächst der Strom mit der Temperatur in Paraffinöl etwas stärker bei kleinen Feldern als bei höheren, wo die Stromkurven annähernd parallel verlaufen, und die Stromzunahme merklich proportional der Temperaturänderung ist (untersucht bis 28800 Volt/cm). In Petroläther und Ligroin verlaufen die Stromkurven bei genügend hohen Feldern (untersucht bis 2000 Volt/cm) wie in Paraffinöl parallel, jedoch ist die Stromänderung mit der Temperatur bei kleinen Feldern hier geringer, als bei den höheren. Im Falle der Ionisierung von Vaselin und Paraffin wird mit steigender Temperatur (abnehmender Zähigkeit) die Sättigungserscheinung viel deutlicher ausgeprägt.

10. Das zeitliche Anwachsen bezw. Verschwinden des Ionisierungsstroms erfolgt um so langsamer, je zäher die Substanz ist. In Vaselin und Paraffin war bei Zimmertemperatur ein fortwährendes Anwachsen des Stromes mit der Dauer der Bestrahlung zu beobachten.

11. Vergleichsversuche mit Luft zeigten, dass je nach der Strahlungsintensität der Strom bei 400 bis 1600 Volt/cm vollkommen gesättigt ist. Die Einstellung der Endwerte erfolgt momentan.

12. Absorptionsmessungen bei verschiedenen Spannungen und Elektrodenabstande zeigten, dass der Absorptionskoeffizient von Al und Sn, gemessen mittels Ionisierung in Petroläther, etwas grösser ausfällt als mittels Luftionisierung. Im übrigen scheinen die Messungen mittels Luftionisierung, sowohl wegen der grösseren Unabhängigkeit von dem Elektrodenabstande, wie von der Eigenleitfähigkeit geeigneter zu sein.

13. Der Absorptionskoeffizient von verschiedenen flüssigen und festen Substanzen scheint mit wachsender Dichte zu-, mit wachsender Schicht der absorbierenden Substanz abzunehmen.

Eigenleitfähigkeit.

1. In ungereinigtem Paraffinöl, Petroläther, Ligroin und Benzol war der Strom elektrometrisch nur bis 4000—5000 Volt/cm zu messen. Bei höheren Feldern tritt eine sehr starke Vergrösserung desselben, verbunden mit fortwährenden Schwankungen, die nachher bei kleineren Feldern bestehen bleiben, ein. Im Paraffinöl steigt der Strom rascher als die Spannung an. In Petroläther und Ligroin wächst er im Mittel bis 400—800 Volt/cm, im Benzol höchstens bis 1600 Volt/cm langsamer als die Spannung, von da an linear. Galvanometrisch gemessen, folgte der Strom im Terpentinöl bis 4800 Volt/cm, im Olivenöl bis 8000 Volt/cm dem Ohm'schen Gesetze, bei höheren Feldern stieg er etwas rascher an als die Spannung. In Vaselin und Paraffin wuchs er linear bis zu den höchsten verwendeten Feldern (30400 Volt/cm).

2. In „elektrisch" gereinigten Flüssigkeiten sind die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze bei höheren Feldern geringer. Im Paraffinöl (mehrtägige Reinigung) folgt der Strom im Mittel bis 8000—9600 Volt/cm dem Ohm'schen Gesetze, von da an steigt er etwas rascher als die Spannung an. In Petroläther und Ligroin (24-stündige Reinigung) fängt die letzte Phase bei ca. 1000 Volt/cm an; bis zu diesem Felde ist der Verlauf der Kurve ähnlich dem in ungereinigten Flüssigkeiten.

3. Mit der Verminderung des Elektrodenabstandes wächst der Strom im allgemeinen. Die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze werden grösser. In Petroläther und Ligroin jedoch hauptsächlich für den Teil der Kurve, wo der Strom rascher als die Spannung wächst. Das spezifische Leitvermögen, bei derselben Feldstärke gemessen, ist für den Ohm'schen Teil der Kurve bei geringerem Abstande kleiner.

4. Mit der Temperaturzunahme wächst der Strom bei allen Feldern in ungereinigtem Terpentinöl, Olivenöl, Vaselin und Paraffin. Bei kleinen Feldern in Ligroin. In ungereinigtem Paraffinöl wird er gewöhnlich kleiner. In elektrisch gereinigtem Paraffinöl wächst er mit der Temperatur im allgemeinen bis zu gewissen Feldstärken. Bei genügend hohen ist er jedoch immer kleiner als bei Zimmertemperatur. Die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze werden bei diesen Feldern geringer. Im flüssigen Vaselin und Paraffin steigt der Strom im Gegensatz zu dem bei Zimmertemperatur beobachteten rascher als die Spannung an.

5. Bei der Abkühlung unter Zimmertemperatur wächst der Strom gewöhnlich stark an in Paraffinöl, Ligroin, weniger oder nicht in

Petroläther (jedoch nur bis zu Feldern von 2000 Volt cm). In ungereinigtem Paraffinöl waren die Messungen nur bis 100 Volt cm möglich. Im elektrisch gereinigten Paraffinöl konnte der Strom bis 28800 Volt cm verfolgt werden, wobei die Abweichungen vom Ohm'schen Gesetze grösser als bei Zimmertemperatur waren.

6. Nach dem Auskochen der Elektroden während 1 Stunde im Paraffinöl bis 120° war keine Stromzunahme bei 3,5° bis zu Feldern von 4800 Volt cm zu beobachten. Die Stromschwankungen traten nicht mehr ein. Der Versuch spricht für den beträchtlichen Einfluss einer auf den Elektroden vorhandenen Wasserschicht.

7. Ein Polarisationsstrom konnte nur bei Zimmertemperatur nur bei Vaselin und Paraffin nachgewiesen werden. Im letzteren betrug er bis 100% des polarisierenden Stromes.

Neue Beiträge zur Kenntnis der altkretischen Haustiere.

Von

C. Keller.

In meinen unlängst veröffentlichten „Studien über die Haustiere der Mittelmeer-Inseln" (1911) konnte ich zum erstenmal nähere Angaben über Knochenfunde aus altkretischen Stationen machen. Das meiste Material stammte aus den spätminoischen Kulturschichten der Station Tylissos. Seither bin ich in den Besitz von neuen Funden gelangt, welche verschiedenalterigen Schichten angehören und daher wichtige Ergänzungen bilden. Ich verdanke auch diese neuen Sendungen dem rührigen Direktor der archaeologischen Museums in Kandia (Herakleion), Herrn Dr. J. Hazidakis. Sie enthalten Knochenreste aus alt- und mittelminoischer Zeit, andere stammen aus dem Beginn der Eisenzeit (1200—1000 v. Chr.) und in jüngster Zeit kam eine umfangreiche Sendung hinzu, die Funde aus dem kretischen Neolithikum enthält.

Es ist mir damit möglich geworden, einen Einblick in die Entwicklung der alten Haustierfauna zu gewinnen und sozusagen lückenlos die Zusammensetzung derselben von der jüngeren Steinzeit in Kreta an durch die minoische Zeit hindurch bis zum Ende der Bronzeperiode und bis zum Anfang der Eisenzeit zu verfolgen. Anderweitige Dokumente reichen sogar an den Beginn der heutigen Zeitrechnung heran.

Hatte man früher stets den Mangel an derartigen Belegen aus dem Gebiet von Südeuropa zu beklagen, so liegt jetzt ein ausreichendes Material aus dem östlichen Mittelmeergebiet vor, das uns erlaubt, die ältesten Zustände der Haustierkultur zu rekonstruieren und gleichzeitig eine Parallele zu ziehen mit den frühesten Kulturverhältnissen Mitteleuropas.

I. Neolithische Funde.

Dieselben sind erst in der jüngsten Zeit gemacht worden und stammen aus neolithischen Schichten in Phästos in Südkreta. Sie

gelangten im Frühjahr 1912 in meine Hände und bilden die erste grössere Sammlung aus der frühesten Kulturzeit der Insel.

Die Knochenreste sind naturgemäss nicht so schön erhalten, wie diejenigen aus jüngeren Kulturschichten, aber wenn sie auch meist etwas fragmentarisch sind, so waren sie doch ihrer Mehrzahl nach sicher bestimmbar. Die Extremitätenknochen sind meist zerschlagen, Rippen und Schulterblätter nur in Bruchstücken vorhanden, sodass es sich offenbar um Nahrungsabfälle handelt. Das meiste gehört zahmen Tieren an und von jagdbaren Geschöpfen ist nur das Wildschwein nnd der Edelhirsch häufig vertreten.

Nach einer kritischen Sichtung der Knochenrelikte ergibt sich, dass der neolithische Haustierbestand wohl nur wenige Arten umfasste und auch diese sind numerisch nicht in gleicher Weise vertreten. Ich fand nur vier Haustierarten, was bei der primitiven Kultur jener Zeit nicht überraschen darf.

1. Hausziege. Dieses Geschöpf ist eine Begleiterscheinung der primitiven Kultur und seine Gegenwart im Neolithikum von Kreta daher erklärlich, zumal ja das Stammland nicht allzuweit weg lag. Indessen erscheint die Hausziege recht spärlich, sie ist vertreten durch zwei Hornzapfen, ein zerbrochenes Schulterblatt, eine Unterkieferhälfte und einige Zähne. Die geringe Grösse eines allerdings jugendlichen Kiefers, dann die Hornzapfen lassen auf ein ziemlich kleines Tier schliessen. Jedenfalls sprechen diese Funde nicht dafür, dass die neolithische Hausziege von der vorhandenen Wildziege abstammt, sondern von aussen her zuwanderte.

2. Hausschaf. Schon früher habe ich Reste eines Hausschafes aus dem Neolithikum von Phästos namhaft gemacht. In der neuen Sammlung finde ich wiederum solche. Ein Hornzapfen, ein Schulterblatt, mehrere Metacarpus-Knochen (ganz und zerbrochen), sodann einzelne Zähne seien erwähnt. Alle Reste deuten auf ein kleines Schaf und so viel steht fest, dass nur eine einzige Rasse vertreten ist, die im engsten Verwandtschaftsverhältnis zum Torfschaf der Pfahlbauten steht. Die Reste sind etwas spärlich und ich vermute daher, dass die neolithischen Torfschafe noch nicht sehr zahlreich gehalten wurden, immerhin scheinen sie etwas häufiger gewesen zu sein als die Hausziegen.

3. Hausschwein. In dem von mir untersuchten Material ist es vertreten durch mehrere Unterkieferstücke, die durchweg jungen Tieren angehört haben müssen; ausserdem sind mehrere Stücke von Oberarmknochen, ein Epistroph und ein Schulterblatt vorhanden. Alle Reste gehören der Sus indicus-Rasse an und zeigen die nächsten

Beziehungen zum Torfschwein. Kieferstücke von jüngeren Wildschweinen mit wenig abgenutzten Molaren sind mehrfach vertreten.

4. Hausrind. Es ist in einer auffallend grossen Zahl von Knochenresten vertreten und war ohne Zweifel zur neolithischen Zeit das häufigste Haustier. An gut erhaltenen Resten lagen mir vor: ein vollständiger Metacarpus-Knochen, Enden von Metatarsalia, mehrere Fussknochen (Astragalus 3 Stück, 1 Calcaneus, Phalanx prima 4 Stück), sodann gut erhaltene Wirbel (Atlas und Epistroph), ein Beckenfragment, ein Caput femoris und Rippenfragmente.

Alle Stücke gehören ihren Dimensionen nach dem kleinen Brachyceros-Rind an, das mit unserem Pfahlbau-Torfrind zusammen gehört. Es scheint mir ausgeschlossen, dass die später auftretende grössere Rinderrasse schon im Neolithicum vorhanden war. Man hatte eben zunächst für eine solche keine Verwendung. Auffallenderweise sind keinerlei Spuren eines Haushundes zum Vorschein gekommen. Der Torfspitz, der auf dem Kontinent so häufig auftaucht, scheint weder im Neolithikum von Kreta, noch in späteren Kulturperioden vorhanden gewesen zu sein, was wohl beachtenswert ist.

Man hatte ihn gerade in der ältesten Zeit am wenigsten nötig. Die Haustierhaltung beschränkt sich anfangs auf Rinderzucht und etwas Schweinezucht, während Schafe und Ziegen mehr nebenher gehalten worden sein mögen.

II. Altminoische und mittelminoische Funde.

Die altminoische Zeit bildet die direkte Fortsetzung der neolithischen Periode. Ein längerer Unterbruch ist nicht erkennbar. Die Knochenfunde, die mir aus Tylissos zugingen, lassen daher im Wesentlichen dasselbe Bild in der Haustierzusammensetzung erkennen wie das Neolithikum von Phästos.

Reste von Hausziegen und Hausschafen (Torfschafe) sind wohl vorhanden, aber immer noch in spärlicher Zahl. Von Wildziegen sind grosse Hornzapfen zum Vorschein gekommen. Von Rindern fehlt anfänglich die grössere Rasse und in der altminoischen Zeit scheint ausschliesslich das kleine Brachyceros-Rind gehalten worden zu sein. Neben Extremitäten-Knochen und Zähnen war ein gut erhaltener Hornzapfen vorhanden, der die brachyceren Merkmale ganz typisch aufweist.

Hausschweine werden häufiger und lassen namentlich in der mittelminoischen Zeit eine Zunahme erkennen. Die auffallendste Erscheinung, welche die mittelminoische Periode aufweist, ist das Auftauchen einer neuen und grossen Rinder-Rasse. Unter den in Tylissos gesammelten Knochen befinden sich zahlreiche Stücke (Rippen-

fragmente, Wirbel, Caput humeri und Caput femoris, sowie Metatarsusstücke), die hinsichtlich ihrer Grösse weit über den Rahmen der Brahyceros-Rasse hinausgehen, aber immerhin noch hinter Bos-primigenius zurückstehen. Es kann sich hier nur um ein Kreuzungsprodukt zwischen beiden handeln, es muss Primigenius-Blut in die Brachyceros-Rasse eingeflossen sein. Da noch heute auf der Minos-Insel die kleine und die grosse Rinder-Rasse nebeneinander vorkommen, beide überdies auch in frühhistorischer Zeit nachweisbar sind, so ist es von Interesse, zu erfahren, dass die grosse Rasse von der mittelminoischen Zeit an auftaucht.

Voraussetzung für die Richtigkeit der Annahme einer Kreuzung bleibt natürlich der sichere Nachweis des Vorhandenseins eines Bos primigenius während jener Zeit. Diesen Nachweis habe ich unlängst an der Hand von ausreichendem osteologischen Material geliefert, zum Überfluss auch durch bildliche Darstellungen belegt und es steht daher der Annahme einer Kreuzung nichts entgegen.

Es liegen ja Anhaltspunkte vor, dass Wildstiere nicht nur gejagt, sondern sogar bis zu einem gewissen Grade gezähmt wurden. Da um jene Zeit ein allseitiger Kulturaufschwung erkennbar wird, so hatte man damals vermutlich für den sich stärker entwickelnden Ackerbau ein leistungsfähigeres Arbeitstier nötig, und ein solches gewann man, indem man die Brachyceroskühe durch gezähmte Primigeniusstiere decken liess.

III. Spätminoische Zeit.

Sie bezeichnet die Zeit der höchsten Entwicklung der kretischen Bronzekultur. Auch die Haustierkultur erlangt jetzt ihren Gipfelpunkt. Hatte früher der Rinderbestand eine Zunahme durch eine neue Rasse erfahren, so tritt nunmehr ein neues Haustier hinzu — es ist das Pferd, dessen Gegenwart sich durch osteologische Dokumente nachweisen lässt, wie ich früher nachwies. Es ist durch Backenzähne und einen Phalanxknochen vertreten. Die Dimensionen weisen auf das kleine orientalische Pferd hin. Da kein Wildmaterial vorhanden war, musste es von aussen her eingeführt werden. Von Nordafrika her konnte es nicht bezogen werden, da es damals entweder gar nicht oder nur spärlich vorhanden war. Es kann also nur von Kleinasien her bezogen worden sein; im Innern von Asien (Turkestan) wurde das Pferd ja sehr früh in den Hausstand übergeführt.

Wenn ich meine früheren Untersuchungen von Tylissos vergleiche mit den mir seither zugekommenen Funden, so ergibt sich für die spätminoische Zeit eine auffallende Zunahme von Ziege und Schaf. Eine Fülle von Kochenresten, die alle der alten Torfschaf-

rasse angehören, tauchte in Tylissos auf, die Schafzucht muss damals auf bedeutender Höhe gewesen sein, und man versteht, dass sich heute noch ein lebender Rest jener alten Bestände forterhalten konnte. Fast noch üppiger entwickelte sich um diese Zeit die Schweinezucht. In Knossos und Tylissos sind Reste des Hausschweins so ungemein häufig, dass man annehmen muss, dass es das wichtigste Nahrungstier war. Daneben ist aber auch das Wildschwein sehr beliebt und seine Reste sind immer noch häufig, bis es später wegen der allzu häufigen Nachstellungen schliesslich verloren geht.

Von Kreta aus dürfte sich in jener Periode die Vorliebe für das Schwein nach dem griechischen Festlande und der übrigen Inselwelt verbreitet haben. Der Schweinehirt wurde zu einer Art Vertrauensperson seines Herren, wie wir den homerischen Schilderungen entnehmen können, und wenn die übermütigen Freier der Penelope im Hause des Odysseus im Genuss von Schweinefleisch schwelgten, so ist diese Szene wohl der Natur abgelauscht.

Zum erstenmal taucht in der spätminoischen Zeit ein grosser Haushund in unzweideutigen Spuren auf. Ich erhielt aus Tylissos einen Halswirbel (Atlas) und einen vollständig erhaltenen Oberschenkelknochen. Ein osteologischer Vergleich mit dem spanischen Ibizahund ergab die denkbar grösste Übereinstimmung. Es kann sich also nur um den grossen Windhund handeln, der später als Kreterhund zu grosser Berühmtheit gelangte und offenbar von Ägypten her hereingeführt wurde. Dieser Import erfolgte wahrscheinlich schon früher.

Unter den Knochenresten tritt das Rind numerisch auffallend zurück. Von der grossen Rasse fanden sich gar keine Reste, von der kleineren Brachyceros-Rasse nur eine geringe Zahl. Ich glaube nicht, dass dies zur Annahme einer Verminderung des Rinderbestandes berechtigt; die Erscheinung kann zufällig sein. Möglicherweise wurden in dieser Periode Schweine und Schafe als Nahrungstiere bevorzugt.

IV. Anfang der Eisenzeit (1200—1000 v. Chr.).

Mit dem Eindringen des Eisens geht die mykenische Zeit zu Ende und ein merkwürdiger Umschwung der Kulturverhältnisse macht sich geltend. Die Kunst geht auf Kreta ihrem Verfall entgegen, in den menschlichen Erzeugnissen überwiegt jetzt der sogenannte „Bauernstil" im Gegensatz zu dem „Herrenstil" der mykenischen Zeit. Wir müssen annehmen, dass sich über die älteren Kulturschichten jetzt eine neue, aber minderwertige Schicht zu legen beginnt. Offenbar wurde der von der Kultur verfeinerte Kreter im

Anfang der Eisenzeit etwas zurückgedrängt durch die Invasion neuer Volkselemente.

Auch die Knochenfunde aus den sogenannten geometrischen Schichten von Tylissos, dem Beginn der Eisenzeit zugehörig, lassen einen starken Umschwung in der Haustierzucht erkennen. Sie stieg von ihrer früheren Höhe herab und die Jagd beginnt wieder stärker in den Vordergrund zu treten. Reste von Wildschweinen sind häufig, zahlreiche und schöne Knochenzapfen der kretischen Wildziege (Capra aegagrus cretensis) sind zum Vorschein gekommen. In keiner Kulturschicht sind Reste vom Edelhirsch (Cervus elaphus) so zahlreich wie in den geometrischen Schichten gefunden worden. Eine Geweihstange mit Rose, an welcher Augenspross und Eisspross gut erhalten ist, misst an der Basis 20 cm im Umfang; sie gehörte einem stattlichen Sechzehnender an, der an Grösse unseren kontinentalen Exemplaren gleich kam.

Das früher so stark verbreitete Hausschaf ist spärlich vorhanden, ebenso die Hausziege. Von Pferd und Hund habe ich nichts vorgefunden, was zufällig sein wird.

Von Hausrindern ist nur das kleine Brachycerosrind nachweisbar.

Ein neues Geschöpf erscheint zu Beginn der Eisenzeit — es ist der Hausesel. Unzweifelhafte Belege lagen vor in einem Fussknochen (Phalanx prima) und drei Unterkiefer-Backenzähnen. Bisher lagen keinerlei sichere Daten über die Einwanderung des Esels in Südeuropa vor. Zur homerischen Zeit muss er noch nicht häufig gewesen sein, in minoischer Zeit sind keinerlei Spuren vorhanden. Nunmehr ist mit aller Bestimmtheit festgesetzt, dass der Esel ums Jahr 1000 v. Chr. in Kreta vorhanden war und wohl schon etwas früher von Ägypten her anlangte.

Der Rückgang in der Haustierhaltung, der sich im Beginn der Eisenzeit fühlbar macht, war nur vorübergehend. Wie lange er dauerte, wissen wir nicht, aber wenn wir uns dem Beginn der heutigen Zeitrechnung nähern, so tritt uns doch wieder ein besserer Zustand in der Haustierkultur entgegen. Aus dieser letzten Periode kennen wir zwar keine osteologischen Fundstücke, dafür erscheinen ganz vorzügliche Bilder auf altkretischen Münzen. Sie reichen nicht über das Jahr 500 v. Chr. hinauf. Eine vollständige Zusammenstellung dieser Haustierbilder verdanken wir dem griechischen Numismatiker Svoronos.

Wir erkennen daraus, dass beide Rinderrassen noch fortgeführt sind; sie haben sich ja bis in die Gegenwart hinein erhalten. Das Schwein erhielt sich auf seiner früheren Höhe und wird mit einer gewissen Vorliebe dargestellt. Schöne orientalische Pferde müssen

stark verbreitet gewesen sein. Der grosse Kreterhund, der ja heute noch nicht erloschen ist, hatte nachgerade eine stattliche Grösse erlangt und wurde vom Ausland hochgeschätzt. Von kleineren Haustieren spielen Haustaube und Honigbiene eine wichtige Rolle.

Im wesentlichen hatten sich also Zustände herausgebildet, denen man heute noch auf der Insel begegnet.

Überblicken wir die bisher gewonnenen Daten, so lässt sich im altkretischen Kulturkreis auch hinsichtlich des Haustierbesitzes eine deutliche Entwicklung von einfachen zu vollkommeneren Verhältnissen verfolgen.

Die neolithische Zeit verfügt zwar schon über domestizierte Tiere, aber ihre Zahl ist noch gering, die Rassenzustände noch nicht kompliziert.

Bisher konnten nur vier Haustierspecies nachgewiesen werden. Dass das Rind numerisch ganz überwiegt, ist vielleicht so zu deuten, dass es der älteste Erwerb im kretischen Kulturgebiet ist.

Die altminoische Zeit hat die Zustände im Neolithikum einfach fortgesetzt. Einen entschiedenen Aufschwung können wir von der mittelminoischen Zeit an beobachten, neue Erwerbungen werden gemacht und das Hergebrachte numerisch gesteigert. Einen besonderen Aufschwung nimmt in dieser Periode das Torfschaf und das Hausschwein. Es waren dies offenbar die wichtigsten Nahrungstiere.

Mit Beginn der Eisenzeit stellt sich ein schroffer Rückschlag ein, der nur in Verschiebung von Volkselementen seinen Grund haben kann. Die Jagd gelangt wieder zu stärkerer Betonung, die Viehzucht lässt eine Abnahme erkennen. Wie viele Jahrhunderte dieser Zustand gedauert hat, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben; nur soviel steht fest, dass er nur vorübergehend war. Ganz unfruchtbar war er indessen nicht, indem gerade diese Rückschlagsperiode die südeuropäischen Länder mit einem neuen Arbeitstier, dem Hausesel, bereichert hat.

Nachdem wir nunmehr eine genügende Zahl von Haustier-Dokumenten aus Kreta besitzen und ein Urteil über die Verhältnisse im östlichen Mittelmeerbecken gewonnen haben, ist es naheliegend, diese zu vergleichen mit unseren Pfahlbauten im Norden der Alpen. Die Haustierverhältnisse dieser letzteren sind so genau bekannt, dass neue Züge zu dem bisher gewonnenen Bilde kaum hinzugefügt werden können. Es begegnen uns in den Pfahldörfern älterer und jüngerer Zeit Geschöpfe, die eine Anknüpfung an heimische Wildquellen durchaus nicht zulassen. Es mag hier an das Torfschaf, an die Torfziege, an das Torfschwein und Torfrind erinnert werden. Diese sind bereits als zahme Geschöpfe zugewandert und waren ursprünglich in einer

anderen Region heimatberechtigt. Aus welcher Region stammen nun diese Fremdlinge? Diese Frage liess sich aus Mangel an Material lange nicht mit Sicherheit beantworten. Für das Torfrind und Torfschwein sprach manches für eine ostasiatische Heimat.

Die Funde in Kreta bringen etwelche Klarheit. Dass auch in Kreta das kleine Torfschaf, die Hausziege, das kleine Torfrind und ein dem Torfschwein der Pfahlbauer engverwandtes Hausschwein schon in neolithischer Zeit auftaucht, muss zum Nachdenken anregen.

Solche Formen sind nicht an zwei verschiedenen Orten unabhängig entstanden, ein engerer Zusammenhang ist also wahrscheinlich.

Nimmt man einen solchen an, so gibt es logischerweise nur zwei Möglichkeiten: entweder sind die neolithischen Haustiere von Kreta Ableger, beziehungsweise Einwanderer vom festländischen Europa oder umgekehrt hat der kretische Kulturkreis dieselben an den Kontinent abgegeben. Da nun das Neolithikum von Kreta offenbar etwas älter ist als das kontinentale Neolithikum, so ist die letztere Annahme weitaus die wahrscheinlichste. Eine andere Zuwanderung nach Mitteleuropa, etwa aus dem Westen oder aus dem Norden, ist undenkbar. Kreta selbst hat natürlich weder Torfschweine noch Torfschafe, noch Torfrinder aus Wildmaterial heranziehen können, weil ein solches fehlte, es musste diese Geschöpfe von aussen her, sei es von Asien oder Afrika beziehen, aber alles spricht dafür, dass die Minos-Insel diese Haustiere früher als irgend ein europäisches Kulturgebiet besass und lange Zeit hindurch die Vermittlung übernahm, wo es sich darum handelte, prähistorische Kulturgüter nach dem Innern unseres Erdteiles zu verschicken; ja auch später noch dauerte diese Vermittlung an, denn nachweisbar ist die altgriechische Kultur im Grunde genommen nur ein Ableger der altkretischen Kultur. Haustiere bilden nun namentlich im Anfang einen ausserordentlich wichtigen Kulturbesitz.

Die Parallele lässt sich bis in Einzelheiten durchführen. Nehmen wir z. B. das Torfschaf, so ist diese fremdartige Rasse in den schweizerischen Pfahlbauten anfänglich die einzige vorhandene Schafrasse; andere Rassenelemente erscheinen erst viel später. Genau die gleiche Erscheinung tritt uns im altkretischen Kulturkreis entgegen, zur neolithischen und noch zur minoischen Zeit besitzt das Torfschaf die ausschliessliche Herrschaft. Das ist wohl nicht zufällig, und wenn wir auch die Wanderstrassen höchstens vermuten, aber noch nicht nachweisen können, so verstehen wir doch, dass ein so genügsames und wanderlustiges Schäfchen ohne grosse Schwierigkeit von Südosten her nach dem Innern von Europa vordringen konnte.

Nehmen wir ferner das Hauspferd. Von Asien her gelangte es am frühesten nach Kreta. Die Einwanderung erfolgte zur minoischen Zeit, die aufgefundenen Knochenreste und Bildereien aus dem Minospalast in Knossos sprechen deutlich genug. Ist es nun zufällig, dass erst gegen Ende der Pfahlbauzeit, d. h. in den Bronzestationen, ein Hauspferd auftaucht, das alle Merkmale der orientalischen Pferde, denen wir zuerst in Kreta begegnen, aufweist?

Aus heimischem Wildmaterial ist es nicht herangezogen worden, denn die osteologischen Differenzen sind zu gross. Anfänglich nicht übermässig häufig, nimmt es später an Zahl zu. In der La Tène-Zeit erlangte es in der Westschweiz ein derartiges numerisches Übergewicht, dass 80 Prozent aller La Tène-Haustierknochen dem Hauspferd angehörten. Ich kann diese Tatsache feststellen an der Hand einer grösseren Sammlung, die mir unlängst Herr Prof. Vouga zur Untersuchung übermittelt hat. Es sind verhältnismässig gut erhaltene Schädelstücke dabei, die auf ein ungemein zierliches Tier hinweisen; das schwerere abendländische Pferd ist gar nicht vertreten. Zu Ende der Bronzezeit lässt sich in den schweizerischen Pfahlbauten ein vorübergehender Niedergang des Haustierbestandes nachweisen; das Material verschlechtert sich und geht auch numerisch zurück. Die gleiche Erscheinung trat uns auch in Kreta am Ende der Bronzezeit entgegen.

Ist diese parallele Degeneration zufällig oder lässt sie einen Zusammenhang vermuten? Es scheint mir nicht undenkbar, dass der Niedergang in Südosteuropa damals als Reflex sich bis zu den mitteleuropäischen Bronzestationen geltend gemacht hat.

Ich wollte solche Zusammenhänge mehr nur andeuten. Es wäre verfrüht in apodiktischer Weise die einzelnen Wanderwege zu rekonstruieren. Aber derartige Fragen drängen sich ganz naturgemäss auf, nachdem nunmehr ein ziemlich umfangreiches Material aus dem östlichen Mittelmeergebiet vorliegt.

Über die Mikrosublimation von Alkaloiden im luftverdünnten Raum.

Von

ROBERT EDER.

Hiezu Tafel XXVI.

A. Allgemeiner Teil.

I. Einleitung und Historisches.

Unter Sublimation versteht man einen zusammengesetzten physikalischen Vorgang, der darin besteht, dass ein fester Körper unter Wärmeaufnahme in den dampfförmigen Zustand übergeht und dieser Dampf dann unter Wärmeabgabe in den festen Körper zurückverwandelt wird, wobei gewöhnlich die Verdampfung und die Kondensation des Dampfes an örtlich getrennten Stellen stattfinden. Bei der Sublimation im engeren Sinne geht also der feste Körper ohne vorher zu schmelzen in den dampfförmigen Zustand über. Als Sublimation im weiteren Sinne kann man es nach R. Kempf (L 28)[1] bezeichnen, wenn der Körper, bevor er dampfförmig wird, schmilzt.

Die Sublimation ist schon sehr lange bekannt und hat die verschiedensten Anwendungen gefunden bei der Gewinnung chemischer Produkte, z. B. der Benzoesäure, des Mercuro- und Mercurichlorids, welch' letzteres daher den Namen Sublimat führt. In manchen Fällen tritt bei der Sublimation an der Luft eine chemische Veränderung des verdampfenden Körpers ein durch Sauerstoff-Aufnahme. Darauf beruht die Gewinnung der arsenigen Säure und des Zinkoxyds. — Auch als Reinigungsmethode, zur Trennung flüchtiger Stoffe von nicht flüchtigen, wurde die Sublimation schon lange angewandt, z. B. bei der Gewinnung von Jod und Schwefel.

Erst verhältnismässig spät ist die Sublimation für analytische Zwecke, also für den Nachweis und die Identifizierung von Körpern benützt worden. Im Nachfolgenden gebe ich eine kurze Übersicht über die wichtigsten diesbezüglichen Arbeiten.

[1] Die neben L stehenden Zahlen beziehen sich auf den Literaturnachweis am Schlusse dieser Abhandlung.

Es sind jetzt beinahe fünfzig Jahre her, seit der hessische Kreiswundarzt Dr. A. Helwig in Mainz die Mikrosublimation in die chemische Analyse eingeführt hat. Er wollte mit diesem neuen Verfahren vor allem den Bedürfnissen des Gerichtschemikers entgegenkommen, welcher beim Nachweis der Gifte damals noch auf die unzulänglichsten Methoden angewiesen war. Es ist daher nicht zu verwundern, dass Helwig die Mikrosublimation zuerst bei den wichtigsten Giftstoffen versuchte. Bereits 1863 hat er die Methode zum Nachweis minimaler Mengen arseniger Säure angewandt, und 1864 veröffentlichte er dann eine ausführliche Studie über „die Mikrosublimation der Alkaloide und ihre mikroskopische Verwertung für die differenzielle Diagnose derselben" (L 23). Helwigs Methode bestand darin, dass er ein Minimum des zu untersuchenden Alkaloids in eine kleine halbkugelige Vertiefung in der Mitte eines dickeren Platinbleches brachte, einen Objektträger darüber legte und das Blech mittelst einer kleinen Flamme bis zum Schmelzen des Alkaloids erwärmte, wobei sich dann das Sublimat auf dem Objektträger niederschlug. Die so erhaltenen, bisweilen schon an sich charakteristischen Sublimate wurden weiter mit gewissen Reagentien, wie Wasser, wässerigem Ammoniak, verdünnter Mineralsäure, Chromsäure usw. behandelt, um neue charakteristische Formen von Umwandlungsprodukten zu erzielen. Helwig stellte Versuche an mit Morphin, Strychnin, Brucin, Veratrin, Aconitin, Atropin, Solanin, Digitalin und erhielt von allen acht Körpern Sublimate. 1865 fasste Helwig die Resultate seiner Untersuchungen zusammen in seinem Buche: „Das Mikroskop in der Toxikologie" (L 24). Es finden sich dort auch schon eine Anzahl Mikrophotographien von Sublimaten und Umwandlungsprodukten derselben.

Es liegt auf der Hand, dass Helwigs Sublimationsmethode mancherlei Mängel haben muss. Einmal war die Erhitzung der zu sublimierenden Substanzen wegen der starken Wärmeleitung des Platinbleches gewiss eine sehr heftige und plötzliche. Es ist kaum anders denkbar, als dass die dem Blech direkt anliegenden Partikelchen der Alkaloide oft verkohlten und dann eventuell auf den Rest des Alkaloids reduzierend wirken konnten. Auch der Objektträger, auf welchem das Sublimat aufgefangen wurde, war einer sehr starken Erhitzung ausgesetzt. Aber trotz dieser Mängel der Apparatur bleibt doch der originelle Gedanke die Mikrosublimation für analytische Zwecke zu verwenden Helwigs grosses Verdienst, und wir müssen diesem Manne seine mit so viel Liebe ausgeführten Arbeiten um so höher anrechnen, als er nicht Chemiker von Beruf, sondern praktischer Arzt war.

In Deutschland scheint Helwigs Verfahren wenig Beachtung gefunden zu haben. In England hingegen haben einige Forscher, wie Guy, Waddington und Wynter Blyth, der Methode ihre Aufmerksamkeit zugewandt und das Verfahren in mancher Hinsicht verbessert, namentlich in Bezug auf die Art des Erhitzens. W. A. Guy (L. 19) verwandte als Unterlage für den zu sublimierenden Körper, statt des Platinbleches Porzellan, um all zu rasche und starke Erhitzung zu vermeiden und eintretende Veränderungen des Alkaloids, sowie die Bildung des Sublimates selbst genauer beobachten zu können. Die zu sublimierende Substanz wurde auf der Porzellanplatte mit einem kleinen Glasring umgeben und auf diesen ein Objektträger gelegt, welcher zur Aufnahme des Sublimates diente. Diese Vorrichtung wurde von Guy treffend als „Sublimationszelle" bezeichnet. Guy erhielt von Veratrin und Solanin die gleichen Sublimate wie Helwig; Strychnin und Morphin dagegen ergaben statt körniger Beschläge schön kristallinische Anflüge. Um gute Resultate zu erzielen, soll die Erwärmung nach Guy eine sehr allmähliche sein, und sobald das aufgelegte Deckglas sich durch ein Sublimat zu trüben beginnt, soll es durch ein neues ersetzt werden. So erhält man von einer sehr kleinen Substanzmenge eine ganze Reihe von Sublimaten. Guy beobachtete die Sublimierbarkeit von Papaverin und Narcein, sowie von Alkaloidsalzen (Strychnin-Acetat, -Nitrat, -Chlorhydrat, -Sulfat, -Phosphat). Ob sich die Alkaloidsalze wirklich unzersetzt sublimieren lassen, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Bezüglich der Acetate wird man mit aller Wahrscheinlichkeit damit rechnen müssen, dass die Sublimate grösstenteils aus den reinen Pflanzenbasen bestehen, da ja die essigsauren Alkaloidsalze bekanntlich sehr wenig beständig sind. Ich erinnere daran, dass sie aus diesem Grunde aus dem Arzneischatze verschwunden sind.

Es entging auch Guy nicht, dass seine Alkaloide beim Erhitzen sichtbare Veränderungen der Form und Farbe erlitten, und er schloss daraus, dass wohl auch der Dampf bei fortschreitendem Erwärmen eine veränderte Zusammensetzung besitzen müsse. Beim Strychnin, Morphin und bei vielen anderen Alkaloiden erhielt er Sublimate von sehr verschiedenem Aussehen und bezeichnete sie als „crystalline, watery, smoked". Als einen Fortschritt gegenüber Helwig muss es betrachtet werden, dass Guy die Notwendigkeit einer vorsichtigen und allmählichen Wärmezufuhr betonte. Immerhin erhitzte er seine Porzellanplatte auch direkt über der Flamme, und es scheint wenig wahrscheinlich, dass diese „rauchigen" Sublimate in allen Fällen aus dem unzersetzten Alkaloid bestanden haben.

Einen bedeutenden Fortschritt für die Technik der Sublimation brachten 1867 die Arbeiten Waddingtons (L 67). Derselbe verwandte zu seinen Versuchen wie Guy eine Sublimationszelle, bestehend aus Objektträger, Glasring und Deckscheibe. Die Zelle wurde aber nicht direkt über der Flamme erhitzt, sondern auf ein gekrümmtes Eisenblech gelegt, so dass nur die schmalen Ränder des Objektträgers mit diesem in Berührung kamen, während die Mitte einen kleinen Abstand vom Blech besass. Dadurch wurde eine Art Luftbad hergestellt. Von grösster Bedeutung ist nun aber nach Waddington, dass die zum Auffangen des Sublimates dienende Glasscheibe vorgewärmt wird. Die Temperatur dieses Glases soll nur wenige Grade unter derjenigen der sublimierenden Substanz liegen. Viel weniger gute Resultate wurden erzielt, wenn die Scheibe durch übergelegtes nasses Filtrierpapier gekühlt wurde. Waddington sublimierte ausser einer grossen Anzahl Alkaloide auch Salicin, Santonin, Alizarin, Cholesterin, Rheïn (?), Cumarin und erhielt zum Teil sehr schöne Sublimate. Die ausgezeichneten Erfolge schreibt er hauptsächlich dem Vorwärmen des das Sublimat empfangenden Glases zu.

W. A. Guy hat auch bereits versucht, die Temperaturen zu bestimmen, bei welcher die Alkaloide sublimieren (L 20); doch war seine Methode sehr grob und konnte nur ungenaue Resultate liefern. Viel sorgfältigere Untersuchungen über die Sublimationstemperaturen der Alkaloide sind dann 1878 von Wynter Blyth (L 6) ausgeführt worden. Ich werde auf diese Arbeiten noch zurückkommen. (vergl. S. 389).

Dem neuen Verfahren des Alkaloidnachweises durch Mikrosublimation erwuchs ein scharfer Kritiker in Sedgwick (L 53), der Bedenken trug, es für den gerichtlich-chemischen Nachweis der Gifte anzuwenden, da die erhaltenen Sublimate oft ein recht verschiedenes Aussehen zeigten. Er wies darauf hin, dass die Beschaffenheit der Sublimate von einer Anzahl schwer kontrollierbarer Bedingungen abhängig sei: von der Reinheit der Substanz, der Temperatur und der Dauer der Sublimation. So konnte sich denn das Mikrosublimations-Verfahren in der gerichtlich-chemischen Praxis nicht durchsetzen. Ob daran die scharfe Kritik Sedgwicks oder sonst schlechte Erfahrungen die Schuld trugen, bleibe dahingestellt.

Erst in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden die Mikrosublimationsversuche wieder aufgenommen und zwar von dem Bahnbrecher auf dem Gebiete der Mikrochemie: H. Behrens. In seinem grundlegenden Werke über die mikrochemische Analyse (L 3) bildet die Mikrosublimation und die Untersuchung der Sublimate eine häufig und erfolgreich benützte Methode. Behrens hat

bei organischen Körpern folgendes Sublimationsverfahren angewandt: Die Substanz wird in einen kleinen Wassertropfen gebracht, der in die Ecke eines Objektträgers gesetzt ist, darin verteilt und getrocknet. Dann wird das Glas etwas hinter der Probe über kleinem Flämmchen erhitzt und zum Auffangen des Sublimates ein zweiter, nicht zu kalter Objektträger in einem Abstand von etwa 2 mm über den ersten gehalten. — Behrens wendet seine Sublimationsmethode bei den verschiedensten Körperklassen an, z. B. zur Trennung schwer flüchtiger Kohlenwasserstoffe, Phenole und aliphatischer Karbonsäuren. Die Hauptanwendung aber findet das Verfahren bei den Pflanzenalkaloiden und zwar im speziellen zur Prüfung des Chinins auf einen Gehalt an Chinidin, Cinchonin und Cinchonidin, zur Untersuchung der Chinarinde, zur Trennung von Atropin, Cocain und Brucin, zum Nachweis des Coffeïns und Theobromins in Pflanzenteilen. Aber trotz dieser mannigfachen Anwendung spielt die Mikrosublimation bei Behrens neben den anderen mikrochemischen Methoden doch nur eine untergeordnete Rolle. In den Vordergrund des Interesses wurde die Mikrosublimation erst gerückt, als 1901 A. Nestler zeigte, wie einfach sich durch sie der Coffeïn-Nachweis gestalte (L 38—41). Es ist gar nicht nötig in Pflanzenteilen die Xanthinbasen zuerst durch Behandlung mit gebranntem Kalk in Freiheit zu setzen, wie Behrens vorschreibt, sondern durch einfaches Erhitzen zwischen zwei Uhrgläsern konnte Nestler aus zerkleinerten Theeblattfragmenten das Coffeïn direkt heraussublimieren. Auch Cumarin, Vanillin und Theobromin liessen sich auf diesem einfachen Wege in den entsprechenden Drogen leicht nachweisen. 1903 hat L. Frank (L 11) Nestlers Verfahren bei einer Anzahl von Nahrungs- und Genussmitteln angewandt, wie Kaffee, Paraguaythee, Kolanuss, Kakao, Tabak, Tonkabohnen, Kokkelskörnern, Brechnuss, Pfeffer und fast durchweg charakteristische, krystallinische Beschläge erhalten. Die Vortrefflichkeit und Einfachheit der Nestlerschen Methode bewirkte, dass dieselbe besonders in der Pflanzen-Mikrochemie eine hervorragende Bedeutung erlangt hat. Auf diesem Gebiete hat besonders O. Tunmann das Mikrosublimationsverfahren angewandt, und es ist ihm gelungen, mittelst desselben aus feinsten Drogenpulvern Sublimate von Gentisin, Ferulasäure, Arbutin, Aeskulin und Betulin zu erhalten und auf diese Weise die entsprechenden Drogen selbst nachzuweisen. (L 62—65).

Ausser dem einfachen Sublimationsverfahren hat nun aber seit längerer Zeit noch eine andere Sublimationsmethode eingehendes Studium und mannigfache praktische Anwendung gefunden, nämlich die Sublimation im luftverdünnten Raum. Sie ist zuerst 1879

von Sommaruga versucht worden, der mit Erfolg Indigo bei 30 bis 40 mm Druck sublimierte. Ebenso gelang es Bourgeois, einige Chinaalkaloide und den Harnstoff im Vakuum zu verflüchtigen. Volhard erhielt bei 50—60 mm Druck ein Sublimat der Brenzschleimsäure. All' die zahlreichen Vorrichtungen zu beschreiben, welche zur Ausführung der Vakuumsublimation vorgeschlagen worden sind und sich zum Zwecke der Reinigung organischer Körper mehr oder weniger eingeführt haben, würde hier viel zu weit führen (vergl. Lassar-Cohn L 33 und Kempf L 28, p. 206). Ein recht handlicher Apparat, der für die Reindarstellung organischer Körper im Laboratorium jetzt vielfach Anwendung findet, ist von R. Kempf eingeführt worden (L 28). Der Nachteil desselben besteht, wie mir Herr Professor R. Willstätter freundlichst mitgeteilt hat, nur darin, dass er an die Steighöhe der Dämpfe bei einzelnen Körpern etwas zu hohe Anforderungen stellt. Kempf hat auch schon eine Anzahl Alkaloide unter vermindertem Drucke zu sublimieren versucht, nämlich: Morphin, Codein, Thebain, Papaverin, Narcotin, Chinin. Die meisten derselben erwiesen sich als sublimationsfähig. Allerdings ist nach Kempf „die Sublimationsgeschwindigkeit bei den hohen Molekulargewichten meist nur so gering, dass sich das Sublimations-Verfahren bei dieser Körperklasse nur für die Gewinnung von Analysensubstanz oder von Material zur Bestimmung physikalisch-chemischer Konstanten empfehlen dürfte". Neuere Untersuchungen über die Sublimation hochmolekularer Kohlenstoffverbindungen bei Minimaltemperaturen im Vakuum hat Hansen angestellt (L 21). Eine glänzende Bereicherung haben unsere Kenntnisse über die Sublimation erfahren durch die Arbeiten von F. Krafft und seinen Schülern über die Sublimation im Vakuum des Kathodenlichtes (L 31, 32).

Die Mikrosublimation im luftverdünnten Raum, also die Anwendung der Vakuumsublimation zur Gewinnung kleinster Mengen für die mikroskopische und mikrochemische Untersuchung, wobei Wert darauf gelegt werden muss, das Sublimat bequem und völlig unverändert unter das Mikroskop zu bringen, ist, soviel mir bekannt, bisher nicht versucht worden. Es ist dies umso auffallender, als bereits 1878 W. Crookes anlässlich einer Besprechung der oben erwähnten Arbeiten von Wynter Blyth darauf hingewiesen hat, dass wohl bessere Resultate erzielt werden könnten durch Sublimation im Vakuum.

Nachdem nun in neuester Zeit das Interesse wieder auf die Sublimationsmethoden gelenkt worden ist — ich erinnere an die Versuche von Stock und Heynemann über die Trennung der Bromide des Ra, Ba, Sr, Ca durch Sublimation (L 58) und an die Arbeiten von Stock und Gomolka über die Darstellung des Hittorfschen Phosphors

durch Sublimation (L 57) — so war es gegeben, die Versuche über die Mikrosublimation der Alkaloide wieder aufzunehmen. Durch die nachfolgenden Versuche sollte vor allem festgestellt werden, ob durch ein bestimmtes und für eine grössere Zahl von reinen Pflanzenbasen in gleicher Weise durchgeführtes Verfahren der Mikrosublimation im luftverdünnten Raum charakteristische Sublimate erhalten werden könnten, die sich für analytische Zwecke verwenden liessen.

Nachdem beinahe ein halbes Jahrhundert seit den ersten Arbeiten Helwigs über die Mikrosublimation der Alkaloide verflossen ist, können wir mit ganz anderen Voraussetzungen an diese Arbeit herantreten: einmal ist jetzt die Grosszahl der bekannten Pflanzenalkaloide in vorzüglicher Reinheit im Handel zu haben; sodann besitzen wir in der mikrochemischen Analyse von Behrens neue, wertvolle Methoden zur genauen Untersuchung kleinster Mengen unter dem Mikroskop, und endlich ist durch die grossen Fortschritte der physikalischen Chemie die theoretische Erkenntnis des Sublimationsvorganges mächtig gefördert worden. So durfte ich denn hoffen, durch eine eingehende Untersuchung unter neuen Gesichtspunkten nicht nur viele widersprechende Literaturangaben über die Sublimierbarkeit der Alkaloide und die Form der Sublimate richtig zu stellen, sondern auch manche neue Resultate zu Tage fördern zu können. Das Nachfolgende wird hoffentlich beweisen, dass ich in dieser Erwartung nicht getäuscht worden bin. Es ergaben sich aus dieser Untersuchung nicht nur manche für die Praxis des Sublimationsverfahrens wertvolle Beobachtungen, sondern auch von theoretischen Gesichtspunkten aus sehr interessante Resultate, z. B. bezüglich der Bildung amorpher und krystallinischer Sublimate.

Während ich mit der Zusammenstellung der Resultate meiner Untersuchungen beschäftigt bin, kommt mir noch eine neue Publikation zu Gesicht, welche an dieser Stelle Erwähnung finden muss. L. Rosenthaler hat bei einer Anzahl feinster Drogenpulver die Vorgänge studiert, welche beim Erhitzen derselben im Vakuum eintreten (L 48). Es handelt sich um eine Art „Pyroanalyse" von Drogen, bei welcher Sublimate und Destillate erhalten werden. Die ersteren zeigen unter dem Mikroskop zum Teil sehr merkwürdige und anscheinend charakteristische Formen. Doch konnten die Substanzen, aus denen sie bestehen, vorläufig nicht identifiziert werden. Die von Rosenthaler gewählte Apparatur scheint mir insofern wenig glücklich, als die mikroskopische Untersuchung feinster Sublimate an den Wänden eines Reagenzglases mit Schwierigkeiten verbunden und eine mikrochemische Prüfung nicht gut möglich ist.

II. Theorie der Sublimation.

Bereits 1868 hat Attfield anlässlich der Versuche Waddingtons (L 67) die Sublimation der Alkaloide und anderer Körper mit dem Verdunsten des Eises verglichen und betont, dass es keinen bestimmten „Sublimationspunkt“ geben könne, ebenso wenig wie einen scharfen Verdunstungspunkt, sondern dass sich die Sublimation über weite Temperaturgrade erstrecke. Trotzdem versuchten in der Folgezeit noch zahlreiche Forscher den Punkt zu bestimmen, bei welchem ein Körper zu sublimieren beginne. Sie wollten also die untere Grenze der Sublimation festlegen, und so finden sich denn zahlreiche diesbezügliche Angaben bis in die neuere Literatur hinein. Erst die Fortschritte der physikalischen Chemie haben den Vorgang der Sublimation mehr und mehr aufgeklärt. Da diese neuen Forschungsergebnisse für das Verständnis der folgenden Untersuchungen von Bedeutung und in der Alkaloidliteratur, bis zu den neuesten Lehr- und Handbüchern der chemischen Toxikologie, noch viele irrige Ansichten über das Wesen des Sublimationsprozesses verbreitet sind, soll in Folgendem kurz die Theorie der Sublimation entwickelt, und das Allgemeine, was über unsere Versuche zu sagen ist, damit in Verbindung gebracht werden. Eine Reihe Untersuchungen allgemeiner Natur musste allerdings noch zurückgestellt werden, weil es zweckmässig schien, dieselben erst nach der Darstellung der Sublimation der einzelnen Körper zu behandeln (vergl. S. 391).

Der Ausdruck „Sublimation“ ist, so viel mir bekannt, bisher nicht genau präzisiert worden. Er wird gegenwärtig in der Chemie in zweierlei Bedeutungen gebraucht:

1. Einmal will man mit Sublimation nur die Verdampfung fester Körper bezeichnen (vergl. Nernst L 37). Ein fester Körper, der sich verflüchtigen lässt, ohne zu schmelzen, ist „sublimierbar“.

2. Verbindet man mit dem Begriffe der Sublimation auch den Gedanken an ein festes Endprodukt, welches beim Sublimieren gewonnen wird und welches Sublimat heisst. In diesem Sinne — in welchem der Ausdruck hier stets gebraucht wird — versteht man unter Sublimation keinen einfachen physikalischen Vorgang, sondern eher eine Operation, welche mit dem Körper vorgenommen wird und die aus zwei Prozessen besteht:

a) der Verdampfung des festen Körpers und
b) der Kondensation der Dämpfe.

Die Sublimation der festen Körper muss dann als ein der Destillation der Flüssigkeiten durchaus analoger Vorgang betrachtet

werden. Beide Operationen bestehen in einer Verflüchtigung fester resp. flüssiger Körper und der nachfolgenden Kondensation ihrer Dämpfe. Die Endprodukte werden als Sublimat, resp. Destillat bezeichnet. Sowohl die Sublimation als die Destillation können unter den verschiedensten Verhältnissen des Druckes und der Temperatur vorgenommen werden. Die Destillation wird allerdings meist bei der Siedetemperatur der Flüssigkeiten ausgeführt, während es sich bei der Sublimation nur selten um ein Sieden der festen Körper handelt, sondern meist um ein Verdampfen unterhalb der Siedetemperatur.

Angaben, wie man sie in der Literatur häufig findet, dass ein Körper bei einer gewissen Temperatur sublimiere, sind irreleitend, insofern sie den Eindruck erwecken, als ob die Sublimation nur bei einem bestimmten Temperaturgrad (früher als „Sublimationspunkt" bezeichnet) vor sich gehe; richtiger wäre es zu sagen: „der Körper lässt sich unter einem gewissen Druck bei einer bestimmten Temperatur sublimieren". Aber auch diese Angabe ist unvollständig, wie schon Kempf (L 25) hervorgehoben hat, wenn nicht hinzugefügt wird, wie viel von dem festen Körper bei der betreffenden Temperatur in einer bestimmten Zeit verdampft.

Im Folgenden sollen die zwei Prozesse, aus welchen die Sublimation besteht, etwas genauer betrachtet werden.

a) Die Verdampfung des festen Körpers.

„Jeder feste Körper besitzt ebenso wie jede Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur einen bestimmten Dampfdruck. Daher findet bei festen Körpern allmähliche Verflüchtigung wie die Verdunstung bei einer mit der freien Atmosphäre in Berührung befindlichen Flüssigkeit unter allen Umständen statt" (Nernst L 37). Der Dampfdruck fester Stoffe ist bei den gewöhnlichen Temperaturen aber meist sehr klein und häufig unmessbar; doch gibt es auch Stoffe wie das Jod, welche schon bei niederen Temperaturen einen beträchtlichen Dampfdruck besitzen und sich in kurzer Zeit in nachweisbaren Mengen verflüchtigen. Bei vielen Körpern können wir aber eine Verflüchtigung bei gewöhnlichen Temperaturen nicht mit der Waage messen, wohl aber durch den Geruchsinn konstatieren.

Der Dampfdruck hängt bei einem und demselben Körper nur von der Temperatur ab. Gewöhnlich ist der Dampfdruck eines festen Körpers beim Schmelzpunkt viel kleiner als der Atmosphärendruck. Ist dies nicht der Fall, so verdampft und siedet die Substanz, wenn sie offen erhitzt wird, ohne zu schmelzen. Dass auch bei festen krystallinischen Körpern ein „Sieden" möglich ist, wurde von F. Krafft bei der Sublimation im Vakuum des Kathodenlichtes

beobachtet (L 31), ferner von H. Arctowski (L 1 p. 419) und R. Kempf (L 28 p. 211). Das Sieden macht sich bemerkbar durch eine tanzende Bewegung der kleinen Teilchen. Unter Atmosphärendruck können wohl nur wenige feste Körper zum Sieden gebracht werden. Vielleicht ist dies beim Coffeïn und ähnlichen Körpern der Fall, deren Schmelzpunkt nur im zugeschmolzenen Rohr bestimmt werden kann, da sie sich an offener Luft schon vor dem Schmelzen rapid verflüchtigen. Im luftverdünnten Raum wird der Siedepunkt herabgesetzt, und so werden nach Arctowski Substanzen, deren Siedepunkt nahe dem Schmelzpunkt liegt, unschmelzbar (L 1, p. 418).

Die untere Verdampfungsgrenze, das heisst die Temperatur, bei welcher die Verdampfung aufhört, liegt nach Nernst für feste wie flüssige Körper aller Wahrscheinlichkeit nach beim absoluten Nullpunkt, woselbst die Gase aufhören existenzfähig zu sein (L 37 S. 64).

Nach dem Gesagten müssten nun eigentlich alle festen Körper bei jeder Temperatur zwischen Schmelzpunkt und absolutem Nullpunkt sublimierbar sein, soweit sie nicht einen allzu grossen Zersetzungs- oder Dissoziationsdruck besitzen. Dass dies in Wirklichkeit nicht der Fall ist, rührt nicht nur daher, dass der Dampfdruck der festen Körper bei gewöhnlichen Temperaturen meist sehr gering ist, sondern auch daher, dass die Verdampfung mit sehr kleiner Geschwindigkeit vor sich geht, so dass wir praktisch in absehbarer Zeit keine Sublimate erhalten. Die Verdampfungsgeschwindigkeit der festen Körper, welche man auch oft als Sublimationsgeschwindigkeit bezeichnet hat, besitzt für die Sublimationsversuche eine sehr grosse Bedeutung. Nach Dalton gilt das allgemeine Gesetz, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit direkt proportional ist dem Dampfdruck. Die Untersuchungen von J. Stefan (L 56) über die Verdampfung von Flüssigkeiten haben aber gezeigt, dass das Gesetz nur annäherungsweise richtig ist bei sehr kleinen Dampfdrucken, resp. bei niederen Temperaturen, dass dagegen in der Nähe des Siedepunktes die Verdampfungsgeschwindigkeit bei steigender Temperatur rascher wächst als der Dampfdruck. Schon Kempf (L 28) hat darauf hingewiesen, dass sich diese Verhältnisse wohl auch auf feste Körper übertragen lassen, welche in gleicher Weise wie die Flüssigkeiten der Verdunstung unterworfen sind.

Ausser vom Dampfdruck hängt die Verdampfungsgeschwindigkeit noch ab:

von der Verdampfungswärme (Konstante der Substanz),
von der Verdampfungsoberfläche (Proportionalität),
vom äussern Druck.

Der äussere Druck beeinflusst nach dem Daltonschen Gesetze in keiner Weise den Dampfdruck eines Stoffes, welcher nur von der Temperatur abhängt: wohl aber hat der äussere Druck einen grossen Einfluss auf die Verdampfungsgeschwindigkeit. Im Vakuum wird die Diffusion des gesättigten Dampfes von der Oberfläche des festen Körpers hinweg rein mechanisch erheblich erleichtert. Aus den Versuchen Stefans ergibt sich das allgemeine Gesetz, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit umgekehrt proportional ist dem Luftdruck (L 28).

So können wir denn durch Ausführung der Sublimation im Vakuum die Verdampfungsgeschwindigkeit erheblich vergrössern und dementsprechend in gleichen Zeiten schon bei viel niederern Temperaturen Sublimate erhalten. Es ist aber für die Praxis des Sublimationsverfahrens nicht nötig die Verdampfung im schwer herzustellenden absoluten Vakuum vorzunehmen. Auch braucht man die Substanz nicht bis zum Sieden der Kristalle zu erhitzen; im Gegenteil wird man durch ein Verdampfen unterhalb der Siedetemperatur viel eher ein möglichst reines Sublimat erhalten und die Gefahr einer Zersetzung des sublimierenden Körpers vermeiden.

Ausser den vorgenannten Bedingungen der Verflüchtigung ist für die Gewinnung der Sublimate noch die Sublimationsdauer von Bedeutung, resp. die Dauer des Erhitzens des festen Körpers. Sie kommt besonders in Betracht bei leicht zersetzlichen Substanzen. Waddington (L 67) verwarf in seiner Kritik der Versuche Guys mit Unrecht den Ausdruck „unzersetzt sublimierbar", indem er es als undenkbar hinstellte, dass bei einer bestimmten Temperatur ein Teil des Körpers sublimiere und ein anderer Teil sich zersetze; „Sublimationspunkt" und „Zersetzungspunkt" könnten allerdings nahe bei einander liegen, aber Sublimation und Zersetzung seien zwei ganz unabhängige Prozesse. Es ist klar, dass Waddington dabei den Zeitfaktor nicht berücksichtigt hat. Die Zersetzung ist ein chemischer Prozess, der wie jeder andere mit einer bestimmten Reaktionsgeschwindigkeit verläuft. Es lässt sich also denken, dass ein Körper beim Erhitzen zum Teil unzersetzt sublimiert, der noch nicht sublimierte Rest sich aber zersetzt, und dass nun die Zersetzungsprodukte entweder auch sublimieren oder sich nicht verflüchtigen. Wenn es also wohl angeht, von „unzersetzt sublimierbaren" Körpern zu sprechen, so ist es dagegen unzulässig, wie schon eingangs dieses Kapitels erwähnt, von einem „Sublimationspunkt" der Substanz als von einer Konstanten, z. B. im Sinne eines Schmelzpunktes zu reden. Wenn in dieser Arbeit „Sublimationstemperaturen" angegeben werden, so sollen diese nur ausdrücken, dass unter den gegebenen Bedingungen

— verminderter Druck und Dauer der Erhitzung — bei gewissen Temperaturen Dampfdruck und Sublimationsgeschwindigkeit einer Substanz so gross werden, dass in unserem Apparat die Entstehung eines Sublimates wahrgenommen werden kann. Obschon es nach dem Gesagten bereits als selbstverständlich erscheint, dass die Sublimation schon unterhalb derjenigen Temperatur stattfindet, bei der ein Sublimat ohne weiteres sichtbar wird, so habe ich mich doch durch besondere Versuche von der Richtigkeit dieser Tatsache überzeugt (vergl. die Sublimation des Coffeïns). Unter dem Mikroskop kann die Entstehung eines Sublimates schon bei viel niederern Temperaturen beobachtet werden, als von blossem Auge oder mit der Lupe und durch längeres Erhalten des Körpers bei dieser niederen Temperatur kann man unter Umständen auch ganz erhebliche Beschläge erhalten.

b) Die Kondensation des Dampfes.

An kühleren Stellen des Gefässes, in welchem die Sublimation vorgenommen wird, gibt der Dampf so viel Wärme ab, dass anscheinend direkt ein festes kristallinisches Sublimat des Körpers entsteht. Dies wird z. B. beobachtet bei der Sublimation des Coffeïns, Cantharidins, etc. Bei vielen anderen, ja bei der Mehrzahl der von mir untersuchten Körper trat hingegen ein anderes Phänomen zu Tage. Die Dämpfe verdichteten sich an den kälteren Glaswänden zunächst zu einem homogenen, matten Beschlag, der einem Anhauch vergleichbar ist und unter dem Mikroskop aus lauter feinen amorphen Tröpfchen besteht. Wir werden später sehen, dass diese Bildung tröpfchenförmiger Sublimate eine ganz allgemeine Erscheinung ist, also auch bei den zuerst genannten Körpern eintritt, aber bei diesen nur weniger leicht zu beobachten ist (vergl. S. 398). Die Entstehung flüssiger Sublimate ist umso überraschender, als die Temperatur des Glases, an welchem sich die Dämpfe kondensierten, oft weit unterhalb des Schmelzpunktes des betreffenden Körpers lag. Die Bildung solcher tröpfchenförmiger Sublimate ist schon von Helwig beobachtet und später von Guy und Waddington bestätigt worden, ohne dass diese Forscher sie zu erklären vermochten. Auch der Schwefel schlägt sich nach Ostwald aus dem Dampf zuerst in Form feiner amorpher Tröpfchen nieder. Kempf (L. 28) hat die Bildung tröpfchenförmiger Sublimate bei vielen organischen Körpern konstatiert und speziell festgestellt, dass es sich bei diesen Tröpfchen nicht etwa um tiefer schmelzende und leichter flüchtige Verunreinigungen handle. Ich werde später nachweisen, dass auch das Krystallwasser an der Bildung der Tröpfchen nicht beteiligt ist (vergl. S. 392).

Eine befriedigende Erklärung für das Auftreten dieser flüssigen Sublimate gaben uns erst die neueren physikalisch-chemischen Forschungen. Die Tröpfchen befinden sich im Zustand der Unterkühlung und müssen aufgefasst werden als eine unbeständige Form des betreffenden Körpers. Nach Ostwald (L 44 p. 118 u. L 42) entstehen vermöge eines allgemeinen Erfahrungsgesetzes die unbeständigen Formen aus den flüssigen bezw. dampfförmigen, eher als die beständigen. Die unbeständige Form hat stets einen höheren Dampfdruck als die beständige; sie besitzt die grössere freie Energie und eine höhere Löslichkeit in allen Lösungsmitteln; sie kann sich ausserdem von der beständigen unterscheiden durch einen anderen Aggregatzustand (in unserm Fall ist die unbeständige Form eine unterkühlte Flüssigkeit, die beständige Form sind die Kristalle), durch eine andere Kristallform (polymorphe Kristallarten), durch eine andere Farbe etc. So schlägt sich z. B. rotes Quecksilberjodid aus dem Dampfe oder aus einer Lösung stets zuerst in der unbeständigen gelben Form nieder. — Diese zuerst entstandenen unbeständigen Formen wandeln sich dann später in die beständigeren um (wenn dazu die Möglichkeit gegeben ist). Die Geschwindigkeit dieser Umwandlung ist aber eine sehr verschiedene.

Auch in den tröpfchenförmigen Mikrosublimaten traten fast immer Umwandlungen ein. Es entstanden entweder noch während des Sublimationsprozesses oder nachträglich beim Aufbewahren der Sublimate in den amorphen Tröpfchen Kristalle, welche die beständigere Form des Körpers darstellen. So kommt denn bei der Sublimation ausser der Verdampfung des festen Körpers und der Kondensation der Dämpfe noch eine dritte Phase des Vorganges in Betracht:

Die Bildung der Kristalle in amorphen tröpfchenförmigen Sublimaten. Da die Tröpfchen sich im unterkühlten Zustand befinden, so dürften bei ihrer Umwandlung ähnliche Gesetze gelten, wie für die **spontane Kristallisation einer unterkühlten Schmelze.** Über diese Frage existiert schon eine umfangreiche Literatur. Ich muss mich darauf beschränken, nur die wichtigsten hier in Betracht kommenden Ergebnisse der bisherigen Forschung zusammenzufassen und mit den Resultaten der eigenen Untersuchungen zu verbinden.

Dass eine homogene Schmelze, welche hinreichend abgekühlt wird, im allgemeinen die Fähigkeit der Kristallisation gewinnt, ist eine längst bekannte Tatsache. Ein begrenztes Flüssigkeitsvolumen kann zwar bei Abwesenheit der kristallinischen Phase oft längere

Zeit bei Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes erhalten werden, ohne dass sich in demselben auch nur ein Kristall bildet. In grösseren Flüssigkeitsvolumen dagegen tritt, wie Tammann (L 60) nachgewiesen hat, im Verlauf bedeutender Zeiträume spontan immer die Kristallisation ein. An einzelnen Punkten der unterkühlten Schmelze entstehen Kristallisationszentren, sogenannte „Kerne“, welche mit einer gewissen Geschwindigkeit weiter wachsen. Da die Kristallisation immer nur an einzelnen Punkten ansetzt (J. W. Gibbs hat speziell darauf aufmerksam gemacht, vergl. Thermodynam. Studien, übersetzt von W. Ostwald), nie plötzlich durch die ganze Masse erfolgt, so hängt die Kristallbildung für kleine Volumina unterkühlter Flüssigkeiten und für kleine Zeiten einigermassen vom Zufall ab. (Tammann L 59).

Fragen wir uns, wie überhaupt eine solche Kristallisation in einer unterkühlten Schmelze zustande kommt, so „haben wir uns vorzustellen, dass zur Bildung eines Kristalls eine bedeutende Anzahl von Molekülen in einem Punkt und zwar in einer zur Bildung des Kristalls geeigneten Konstellation zusammentreffen müssen“. (Nernst L 37, S. 247.) Unter Umständen kann die Bedingung der Kristallisation in unterkühlten Schmelzen, wie bei übersättigten Lösungen, durch mechanische Einwirkungen herbeigeführt werden, zum Beispiel durch heftige Erschütterung oder durch Reiben. Bei meinen Versuchen gelang es bisweilen, in den tröpfchenförmigen Sublimaten die Kristallisation durch Reiben oder Durchstreichen mit einer Nadel herbeizuführen, z. B. beim Narkotin.

Die Fähigkeit der Kristallisation oder „Kernbildung“ in einer unterkühlten Flüssigkeit verschwindet, wenn die Molekularbewegung aufhört und kein für die Bildung eines kleinen Kristalls günstiger Zusammenstoss der Moleküle erfolgen kann, also beim absoluten Nullpunkt (Nernst L 37, S. 98).

Die Zeit, innerhalb welcher eine unterkühlte Flüssigkeit kristallinisch wird, hängt nach Tammann (L 60) von zwei Faktoren ab:

1. Vom spontanen Kristallisationsvermögen oder der Anzahl Kerne, die sich in der Volumeneinheit während der Zeiteinheit bilden.

2. Von der linearen Kristallisationsgeschwindigkeit, d. h. der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Kristallisation in der unterkühlten Flüssigkeit fortpflanzt.

Das spontane Kristallisationsvermögen gibt nach Tammann ein Mass für die Stabilität der unterkühlten Flüssigkeit. Da bei geringer Unterkühlung die Zahl der Kristallisationszentren gewöhnlich sehr klein ist, hat es den Anschein, als ob bis zu einer

gewissen Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes überhaupt keine Zentren entstünden. Ostwald (L 44, p. 114) bezeichnet dieses Temperaturgebiet als das „metastabile". In diesem soll die Kristallbildung oder die Umwandlung der unbeständigen amorphen Form in die beständige kristallinische nur unter Mitwirkung eines „Keimes" der letzteren stattfinden können. Bei tieferer Unterkühlung einer Schmelze kommt man in das „labile" Temperaturgebiet, in welchem die Umwandlung freiwillig, d. h. ohne Keime stattfindet. Tammann (L 60, S. 149) hat nun aber gezeigt, dass die Zahlen der gebildeten Kristallisationszentren in kontinuierlicher Weise vom Grade der Unterkühlung abhängen. Bei Temperaturen gleich unterhalb des Schmelzpunktes ist die „Kernzahl" gewöhnlich klein, die Stabilität der unterkühlten Flüssigkeit also entsprechend gross. Bei tieferer Unterkühlung wächst die Kernzahl schnell bis zu einem ausgesprochenen Maximum und dementsprechend nimmt die Stabilität ab, um später bei noch tieferer Unterkühlung wieder zuzunehmen. Bei sehr tiefen Temperaturen kann schliesslich die Stabilität der unterkühlten Flüssigkeit grösser werden, als die des Kristalls. Da zugleich die innere Reibung mit abnehmender Temperatur schnell wächst, so erhält man durch sehr starke Unterkühlung viskose Schmelzen und schliesslich amorphe Gläser. Der amorphe feste Zustand muss daher als die regelmässige Fortsetzung des flüssigen Zustandes aufgefasst werden (L 44, p. 111). Der Übergang ist aber ein ganz allmählicher, während der Übergang des flüssigen Zustandes in den kristallinischen ein ganz plötzlicher ist. — In meinen amorphen Sublimaten haben die Tröpfchen die verschiedensten Grade der Unterkühlung erreicht. Bei der Unterbrechung der Sublimation kühlten sich die Sublimate rasch auf Zimmertemperatur ab, wurden also noch weiter unterkühlt und veränderten dabei ihre Konsistenz. Während sie bei den einen Alkaloiden noch mehr oder weniger dickflüssig blieben, bildeten sie bei anderen viskose Schmelzen oder erstarrten zu amorphen Gläsern.

Die Temperatur des Maximums der Kernzahl ist nach Tammann unabhängig von der Konsistenz der unterkühlten Flüssigkeit.

Ob nun für die bei der Dampfkondensation entstehenden tröpfchenförmigen Beschläge in Bezug auf das Maximum der Kernzahl und die Stabilität der unterkühlten Tröpfchen die gleichen Gesetze gelten, wie für die Kristallisation unterkühlter Schmelzen, lässt sich nicht zum vornherein entscheiden. Einige Vorversuche, die ich später anführen werde, scheinen darauf hin zu deuten, dass dies nicht der Fall ist (vergl. S. 398). Die Frage wäre einer eingehenden Untersuchung wert.

Der zweite Faktor, welcher bei der Kristallisation einer unterkühlten Flüssigkeit in Betracht kommt, ist die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit. Durch die Arbeiten von Gernez, Moore, Tammann und Friedländer ist festgestellt worden, dass die lineare Kristallisationsgeschwindigkeit mit wachsender Unterkühlung, d. h. mit abnehmender Temperatur, zunimmt, bis sie ihren konstanten maximalen Wert erreicht, dann über bestimmte Temperaturgrade hinaus stationär bleibt oder sogleich wieder abnimmt bis zur Hemmung. Verunreinigungen können die Kristallisationsgeschwindigkeit in hohem Grade beeinflussen.

Tammann hat die Kristallisation in den Schmelzen einer Anzahl Alkaloide und Glukoside untersucht und gefunden, dass die Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit bei diesen Körpern im allgemeinen gering ist (L. 59). Ich werde bei Besprechung der Sublimate der einzelnen Alkaloide auf die Resultate Tammanns verweisen.

Die Verhältnisse der Kristallbildung und des Wachstums der Kristalle in den tröpfchenförmigen Sublimaten erscheinen viel komplizierter als bei unterkühlten Schmelzen, weil bei der Sublimation auch der Dampf eine Rolle spielt. Dies zeigt sich am deutlichsten an der verschiedenen Ausbildung der Kristalle, wie sie in den Sublimaten zutage tritt. Nach meinen Erfahrungen kann man die Kristalle der Sublimate in dieser Hinsicht in zwei Gruppen einteilen:

1. Kristalle, an deren Ausbildung sich die Dämpfe beteiligt haben.

2. Kristalle, welche ohne Beteiligung von Dämpfen entstanden sind.

ad 1. Diese Art der Kristallbildung erfolgt im weiteren Verlauf der Sublimation, nachdem der erste Beschlag aus feinen Tröpfchen entstanden ist. Ostwald hat den Vorgang bei der Vakuumsublimation des Schwefels einlässlich beschrieben (L. 44, S. 265). Die gleichen Erscheinungen wie dort treten auch bei den Alkaloiden auf. Verfolgt man die Bildung des Sublimates mit der Lupe, so kann man oft beobachten, dass im zuerst entstandenen homogenen Beschlag an einzelnen Stellen feine weisse Pünktchen entstehen. In einzelnen Tröpfchen hat sich ein Kristallisationszentrum gebildet und es entsteht ein kleines Kriställchen. Um dieses herum verschwinden die feinen Tröpfchen, und es bildet sich ein anflugfreier, trockener Hof, so dass der Kristall mit dem übrigen tröpfchenförmigen Beschlag nicht mehr direkt in Berührung steht. Trotzdem wächst der Kristall allmählich und in gleichem Masse erweitert sich der tröpfchenfreie Hof. Solche Hofbildungen können oft auch zustande kommen,

ohne dass Kristalle entstehen. Man beobachtet, dass hie und da auch ein einzelnes grösseres Tröpfchen sich mit einem Hof umgibt und so vom übrigen Beschlage isoliert wird. Ostwald erklärt diese merkwürdige Erscheinung folgendermassen: Die einen Kristall oder einen grösseren Tropfen umgebenden kleinern Tröpfchen unterliegen einer Destillation zu dem Kristall oder dem grösseren Tropfen hinüber, wodurch dieser wächst und der Hof sich vergrössert. Der Destillationsprozess ist bedingt durch die Dampfdruckunterschiede: die kleineren Tröpfchen haben eine grössere Oberflächenspannung und einen höheren Dampfdruck, als die grösseren Tropfen und als die Kristalle. Je mehr der Kristall wächst, umsomehr erweitert sich der ihn umgebende Hof. Infolgedessen und weil immer neue solche Kristalle und Hofbildungen entstehen, nimmt der zuerst entstandene tröpfchenförmige Beschlag immer mehr ab und kann schliesslich ganz verschwinden. Die auf solche Weise unter Beteiligung des Dampfes gebildeten Kristalle zeigen meist sehr schöne Flächen. Sie erreichen oft eine bedeutende Grösse und sind meist gut und regelmässig ausgebildet. Man könnte sie vergleichen mit Kristallen, die sich langsam aus einer Lösung gebildet haben: nur handelt es sich hier nicht um eine flüssige, sondern um eine gasförmige Lösung. (Nach Aretowski (L 1) können wir die Sublimation auch als eine Lösung eines festen Körpers in einem Gas auffassen.) — Durch ihre schöne Ausbildung unterscheiden sich die aus dem Dampfe gewachsenen Kristalle in hohem Grade von den

ad 2. Kristallen, welche sich nur durch Umwandlung der amorphen unterkühlten Tröpfchen bilden, und bei deren Wachstum Dämpfe nicht beteiligt sind. Es tritt hier keine Hofbildung ein. Die Kristalle zeigen keine schönen Flächen, sind meist klein und schlecht ausgebildet. Häufig stellen sie feinkörnige Aggregate dar, welche im Umriss die Tröpfchenform beibehalten.

Diese Art der Kristallbildung kann erfolgen:

a) noch während des Sublimationsprozesses. Nachdem sich der erste Beschlag aus amorphen Tröpfchen gebildet hat, entstehen in demselben Kristallisationszentren, und von ihnen ausschreitet der Kristallisationsprozess meist mit grosser Geschwindigkeit durch kleinere oder grössere Tröpfchenpartien weiter. Es entstehen so dichte, feinkristallinische Krusten oder eisblumenartige Kristallisationen von wenig konstanter Form.

b) erst beim Aufbewahren der tröpfchenförmigen Beschläge. Bei der Unterbrechung der Sublimation kühlen sich die Sublimate rasch auf Zimmertemperatur ab und verändern dabei, wie

schon erwähnt, ihre Konsistenz. Beim Aufbewahren können nun von einzelnen Punkten aus in den Beschlägen spontane Kristallisationen entstehen. In bezug auf die Zeit, innerhalb welcher die Kristallbildung eintritt, zeigen sich grosse Unterschiede. Bei den einen Körpern wurden die tröpfchenförmigen Sublimate schon binnen einiger Stunden kristallinisch, so dass der Prozess unter dem Mikroskop verfolgt werden konnte, z. B. beim Cocain; bei anderen Körpern entstanden erst nach einigen Tagen oder Wochen Kristallbildungen und bei anderen wieder konnte selbst nach monatelangem Aufbewahren noch keine Kristallisation wahrgenommen werden.

So interessant auch diese Art der Kristallbildung ist, welche ohne Beteiligung des Dampfes direkt aus den unterkühlten Schmelzen erfolgt, so habe ich diesen Vorgängen bei meinen Sublimationsversuchen doch nicht die Hauptaufmerksamkeit geschenkt. Es handelte sich bei diesen Versuchen vor allem darum, festzustellen, ob durch ein bestimmtes und für eine grosse Anzahl von Alkaloiden in gleicher Weise durchgeführtes Mikrosublimations - Verfahren charakteristische Sublimate erhalten werden könnten, die sich für analytische Zwecke verwenden liessen. Ich habe nun schon oben bemerkt, dass die ohne Beteiligung von Dämpfen gebildeten Kristalle meist wenig gut ausgebildet sind. Nach meinen Erfahrungen besitzen diese Kristallisationen, wie auch die tröpfchenförmigen Beschläge nur einen geringen diagnostischen Wert. Ganz anders verhält es sich aber mit jenen Kristallen, die während des Sublimierens im Sublimat entstehen und an deren Bildung sich die Dämpfe beteiligen. Sie weisen meist grössere, regelmässige und charakteristische Formen auf, gestatten oft kristallographische Bestimmungen und sind für den Nachweis eines Körpers durch die Sublimationsmethode von grösster Bedeutung. Nun gibt es aber auch eine Anzahl Alkaloide, deren Sublimate nur aus amorphen Tröpfchen bestanden, in welchen sich im Verlauf des Sublimierens keine oder nicht regelmässig Kristalle bildeten. Solche tröpfchenförmigen Beschläge sind in keiner Weise charakteristisch, und es galt daher zu untersuchen, ob nicht auch von diesen Körpern durch geeignete Abänderung der Sublimationsbedingungen charakteristische kristallinische Sublimate erhalten werden könnten. In besonderen Versuchen, die später erwähnt werden sollen, wurde versucht, dies durch Abänderung der Temperatur, bei welcher die Dämpfe sich kondensieren, zu erreichen (vergl. S. 396).

Ausser dem im vorhergehenden beschriebenen Vorgang der freiwilligen Umwandlung der amorphen unterkühlten Form in die kristallinische, gibt es auch noch gewisse künstliche Methoden, um diese Umwandlung herbeizuführen.

Vor allem ist bekannt, dass durch Impfung einer unterkühlten Schmelze mit festen Keimen des betreffenden Körpers oder einer isomorphen Substanz die Kristallisation hervorgerufen werden kann. Wie erstaunlich klein die zur Impfung genügenden Mengen sein können, hat W. Ostwald (L 12) durch interessante Versuche dargetan. Ob die sehr delikat erscheinende Impfmethode für analytische Zwecke zur Umwandlung amorpher Sublimate in kristallinische in Betracht kommen kann, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Die Umwandlung einer unbeständigen Form in die beständigere kann auch vermittelt werden durch ein Lösungsmittel. Die unbeständigere Form ist in allen Lösungsmitteln leichter löslich als die beständigere. Wenn nun eine Lösung in bezug auf die unbeständige Form eines Körpers gesättigt ist, so kann sie in bezug auf die beständige übersättigt sein. Diese scheidet sich aus. Dadurch wird die Lösung wieder ungesättigt in bezug auf die unbeständige Form, von welcher ein weiterer Teil gelöst wird und auf diese Weise kann die Ausfällung der beständigen Form fortschreiten, bis die unbeständige ganz verschwunden ist. So erklärt Ostwald die Umwandlung des schwarzen, amorphen Quecksilbersulfids in die rote, kristallinische Form, welche sich abspielt, wenn man das schwarze Sulfid mit der Lösung eines Alkalisulfids übergiesst (L 43, p. 676).

Nach einigen Angaben, welche ich bei Helwig und bei Behrens gefunden habe, scheint es in manchen Fällen möglich zu sein, ein amorphes, tröpfchenförmiges Sublimat mit Hilfe eines Lösungsmittels, das auch nur geringe Mengen des Körpers löst (wie zum Beispiel ein Tröpfchen Wasser) in eine charakteristische, kristallinische Form umzuwandeln. — In dieser Arbeit musste vorläufig davon abgesehen werden, auf solche Versuche näher einzutreten, doch sollte hier auf die Impf- und Lösungsmethode wenigstens hingewiesen werden.

Ich habe mich in diesem Teil meiner Arbeit, welche die theoretische Seite des Sublimationsvorganges behandelt, sowie bei den hiezu nötigen Versuchen der vielfachen freundlichen Unterstützung von Herrn Prof. Dr. G. Bredig zu erfreuen gehabt, und ich möchte ihm auch an dieser Stelle dafür meinen Dank aussprechen. Er hat es mir ermöglicht, meine Untersuchungen über die Mikrosublimation der Alkaloide, die vorerst nur einen praktischen Zweck verfolgten, auch nach der theoretischen Seite hin bedeutend zu vertiefen.

B. Spezieller Teil.

I. Die Apparatur.

Eine kritische Vergleichung der Apparate und Verfahren, welche Helwig und seine Nachfolger bei ihren Sublimationsversuchen angewandt haben, zeigte mir, dass oft nicht unbedenkliche Methoden des Erhitzens der zu sublimierenden Körper benützt worden sind, und dass die Versuche nicht unter einheitlichen und genau fixierten Bedingungen der Temperatur, des Druckes und der Dauer der Sublimation ausgeführt wurden. Auf diese variierenden Faktoren in den Versuchsbedingungen glaube ich die Verschiedenheit der Resultate zurückführen zu müssen, zu welchen jene Forscher gelangt sind, sowie die vielen widersprechenden Literaturangaben über die Sublimierbarkeit der Alkaloide und die Form der Sublimate.

Wie sich schon aus dem vorhergehenden Kapitel ergibt, sind zuverlässige und vergleichbare Resultate nur zu erwarten, wenn bei den Versuchen genaue Bedingungen inne gehalten werden. Es erschien mir als das zweckmässigste die Sublimationen in einem geschlossenen Raum und bei vermindertem Druck auszuführen. Dass gerade das letztere Moment von grosser Bedeutung sein kann, habe ich im vorhergehenden Abschnitt auseinandergesetzt.

Da Mikrosublimationen im luftverdünnten Raum bisher nicht ausgeführt worden sind, musste zunächst ein hiezu geeigneter Apparat konstruiert werden. Ich erinnere daran, dass der Apparat von Kempf für meine Zwecke nicht geeignet sein konnte, da er für grössere Mengen berechnet ist und die erhaltenen Sublimate nicht unverändert unter das Mikroskop gebracht werden können. Immerhin war mir der Kempfsche Apparat, sowie derjenige von Riiber (L 47) in mancher Hinsicht vorbildlich.

Da es sich bei meinen Versuchen um die Sublimation kleinster Substanzmengen handelte, war es nötig, die Sublimate nur auf einer kleinen und mikroskopisch leicht absuchbaren Fläche sich bilden zu lassen. Um vergleichbare Resultate zu erhalten, besonders in Bezug auf die Temperaturverhältnisse beim Sublimationsprozess, musste der zu konstruierende Apparat erlauben, Temperaturmessungen vorzunehmen:

1. an der Stelle, wo der Körper verdampft;
2. an der Stelle, wo das Sublimat entsteht.

Das liess sich im strengsten Sinne nicht durchführen. Ich habe mich begnügen müssen, die Temperatur des Bades, in welchem sich

der zu sublimierende Körper befindet, unmittelbar neben demselben zu messen; denke aber nicht, dass dabei grosse Fehler entstanden sind, da ja bei jeder Schmelzpunktbestimmung ähnlich verfahren wird. Viel schwieriger war die Temperaturmessung an der Stelle, wo das Sublimat entsteht. Wie aus der Beschreibung des Apparates hervorgehen wird, musste ich mich dort mit ganz ungefähren Werten begnügen. Es ist mir dann allerdings noch gelungen, auch diesen Temperaturangaben durch eine experimentell bestimmte Korrektur eine grössere Genauigkeit zu verleihen (vergl. S. 393).

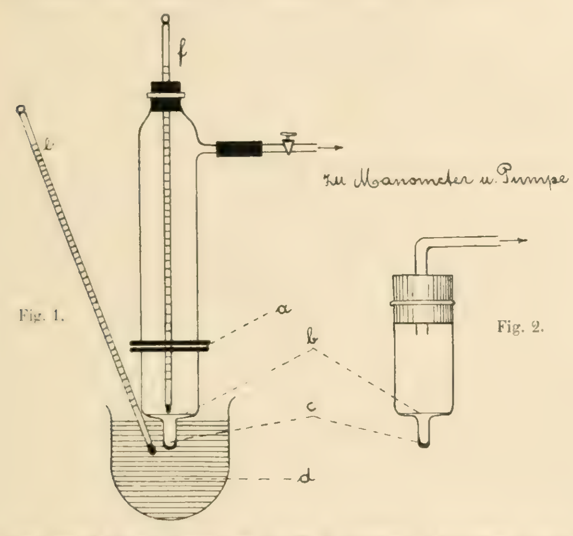


Fig. 1 und 2 (1/2 nat. Grösse). a Schliff, b Plättchen, c Näpfchen mit Substanz, d konzentrierte H_2SO_4, e und f Thermometer.

Nach zahlreichen Versuchen habe ich die vorstehend in Fig. 1 abgebildete Form des Mikrosublimationsapparates als sehr praktisch und zweckmässig befunden[1]). Üble Erfahrungen, die ich mit Apparaten aus gewöhnlichem Glase gemacht habe, veranlassten mich schliesslich, denselben aus widerstandsfähigerem Jenaer Glas herstellen zu lassen. Dieses Material hat sich ausgezeichnet bewährt, und ich habe mit demselben Apparat mehrere Hundert Sublimationsversuche ausführen können.

[1]) Der Apparat ist zu beziehen durch die Glasbläserei von A. Wittmann, Sonneggstr. 2, Zürich IV.

Der Apparat (Fig. 1) besteht aus zwei Teilen, die beide aus Rohrstücken von 2,5 cm Weite hergestellt sind. Der kürzere, untere Teil von 4,5 cm Länge verengt sich unten und wird durch ein Näpfchen von 1 cm Tiefe und 0,5 cm Weite abgeschlossen. In dieses kommt die zu sublimierende Substanz. Über das Näpfchen wird ein rundes Deckgläschen von 18 mm Durchmesser gelegt, welches zum Auffangen des Sublimates dient. Das wagrechtliegende Plättchen hat vom Grunde des Näpfchens einen Abstand von 13 mm. Es werden also an die Steighöhe der Dämpfe keine hohen Anforderungen gestellt. Am offenen Ende ist das untere Apparatstück mit einem verdickten, flachen Rand versehen. Derselbe ist sehr fein geschliffen und passt dicht auf die Endigung des oberen Apparatstückes, welche ganz gleich gebaut ist. Das obere Apparatstück hat eine Länge von 12 cm und ist am oberen Ende mit einem engeren Tubus versehen. Dieser wird durch einen kurzen Kautschukstopfen verschlossen. Der Stopfen trägt ein Thermometer, das bis etwa zum Skalenteil 150° in den Apparat hineinragt, und dessen Quecksilberbehälter möglichst nahe dem runden Deckgläschen im unteren Teil des Apparates endet. Das obere Apparatstück, welches in senkrechter Lage in einem Stativ befestigt wird, besitzt noch ein seitliches Ansatzrohr, welches durch einen Vakuumschlauch mit einem Manometer verbunden ist; von diesem geht die Schlauchverbindung weiter zur Wasserstrahlpumpe. Um zu vermeiden, dass infolge wechselnden Wasserdruckes Wasser aus der Saugpumpe in das Manometer oder in den Apparat eindringt, schaltet man zweckmässig zwischen Pumpe und Manometer einen Glashahn und eine dickwandige Saugflasche ein. Der Hahn wird vor dem Abstellen der Pumpe geschlossen.

Wenn der Schliff des Apparates, der sehr sorgfältig ausgeführt sein muss, mit einer Spur Vaselin eingefettet wird, so erreicht man mittelst einer gut ziehenden Wasserstrahlpumpe leicht eine Luftverdünnung von 7—12 mm Druck.

Der Schliff kann eventuell auch vermieden werden, so dass der Apparat dann die einfache in Fig. 2 abgebildete Form erhält. Auch das innere Thermometer ist entbehrlich, sofern man auf die Bestimmung der Plättchentemperatur verzichten will. Trägt man dafür Sorge, dass die Substanz im Näpfchen nicht über den Schmelzpunkt erhitzt wird, so braucht man nicht zu befürchten, dass die Kristalle des Sublimates schmelzen, denn die Temperatur des Plättchens bleibt immer unter derjenigen des im Näpfchen zur Verdampfung gebrachten Körpers.

Das Erhitzen des zu sublimierenden Körpers geschieht auf die Weise, dass der unterste Teil des Apparates, das Näpfchen, welches

die Substanz enthält, in konzentrierte Schwefelsäure eingesenkt wird, die sich in einem Becher befindet und mittels einer kleinen Bunsenflamme langsam erwärmt wird. Unmittelbar neben dem Näpfchen taucht ein Thermometer in das Schwefelsäurebad, derart, dass sich der Quecksilberbehälter gerade unter dem Niveau der Säure neben dem Näpfchen befindet.

Die Handhabung des Apparates ist eine äusserst einfache, wie auch die Ausführung des Sublimationsversuches. Doch ist es für die Erzielung guter und vergleichbarer Sublimate nötig, die nachfolgend angegebenen Bedingungen genau inne zu halten.

II. Die praktische Ausführung des Sublimationsversuches.

1. *Vorbereitung.* Die zu sublimierende Substanz wird fein gepulvert und 24 Stunden im Exsiccator getrocknet. Wird dies versäumt, so kann sich beim Versuch Wasserdampf auf dem Deckgläschen niederschlagen und unter Umständen auf die Bildung eines Sublimates störend einwirken. Mit dem Ende eines passenden Glasstabes wird eine Spur der getrockneten Substanz aufgenommen und sorgfältig in das Näpfchen des gereinigten und trockenen, unteren Apparatenteils gebracht. Sehr wichtig ist es nun, dass die Substanz im Näpfchen mit Hilfe des Glasstabes fein gerieben wird, so dass sie überall in innige Berührung mit dem Boden und den untersten Teilen der Seitenwände des Näpfchens kommt. Dies macht auch schon zur Bedingung, dass nur sehr wenig Substanz für einen Sublimationsversuch zur Verwendung gelangt. Ich habe bei meinen Versuchen meist weniger als 0,5 mg des reinen Alkaloids in den Apparat gebracht. Nur wenn die Substanz fein verteilt ist und den Glaswänden innig anliegt, wird die Wärme gleichmässig auf die Partikelchen des Körpers übertragen. Nur so kann man die Entstehung eines Sublimates einer und derselben Substanz stets ungefähr bei den gleichen Temperaturen beobachten. Ein spezieller Versuch beim Thebain überzeugte mich von der Bedeutung dieses Faktors. Wenn, wie soeben beschrieben, verfahren wurde, so konnte das erste Sublimat bei 111—127° beobachtet werden; wurde die Substanz aber nur locker in das Näpfchen gebracht, so erschien unter Umständen erst bei 160° ein Sublimat.

Wenn ausserordentlich geringe Mengen Substanz zur Sublimation kommen sollen, so empfiehlt es sich, den Körper in einigen Tropfen Alkohol oder einem anderen inaktiven, leicht flüchtigen Solvens zu lösen und die Lösung mittelst einer Pipette tropfenweise in das

Näpfchen zu bringen und auf dem Wasserbade zu verdampfen oder im Exsiccator verdunsten zu lassen und den Rückstand alsdann zu sublimieren. Auf diese Weise wurde z. B. von $^{1}/_{100}$ mg Morphin, das in $^{1}/_{5}$ cm^3 Alkohol gelöst war, noch ein gutes Sublimat erhalten.

Diese Methode mit dem Lösungsmittel lässt sich auch bei toxikologischen Analysen anwenden, wo man das Alkaloid in Äther oder Chloroform gelöst erhält.

Hat man die zu sublimierende Substanz in den Apparat gebracht, so wird mittelst einer Pinzette ein sorgfältig gereinigtes und trockenes rundes Deckgläschen von 18 mm Durchmesser über dem Näpfchen aufgelegt. Es ist grosses Gewicht darauf zu legen, dass das Deckgläschen tadellos rein und trocken ist. Ich habe die zur Verwendung gelangenden Plättchen, auch wenn sie neu waren, stets wie es für bakteriologische Zwecke gebräuchlich ist, mit Chromsäure-Gemisch gereinigt, mit Wasser abgespült und mit einem sehr feinen Tuch getrocknet. Selbstverständlich darf letzteres in keiner Weise durch fettige Substanzen oder sonstwie verunreinigt sein. Wenn die Deckgläschen nicht tadellos rein oder durch Ritzen beschädigt sind, so riskiert man, unbrauchbare, streifige Sublimate zu erhalten.

Ist der untere Teil des Apparates mit Substanz und Deckgläschen beschickt, so setzt man die Wasserstrahlpumpe in Funktion und dreht den unteren Apparatenteil derart an den oberen an, dass die Schliff-Flächen dicht aufeinander zu liegen kommen, und die Evakuation beginnt. Die Pumpe muss während der ganzen Dauer des Versuches in Funktion bleiben, weil es schwierig ist, absolut schliessende Dichtungen herzustellen, und sich der Minderdruck im Apparat durch eindringende Luft allmählich aufheben würde.

Zeigt das Manometer einen Druck von ca. 7—12 mm an, so wird das Näpfchen in die Schwefelsäure hineingesenkt und zwar derart, dass etwa die halbe Höhe des Abstandes vom Näpfchenboden bis zum übergelegten Plättchen in dem Bade steckt. Unmittelbar neben dem Apparat wird ein Thermometer angebracht, dessen Quecksilberbehälter unter das Niveau der Säure taucht. Es ist wichtig, diese zwei Bedingungen genau inne zu halten. Man wird also sowohl den Apparat wie das Thermometer im Laufe des Erhitzens, wenn das Niveau der Säure steigt, etwas höher stellen müssen. Das regelmässig gleichtiefe Einsenken des Näpfchens ist von Bedeutung für die Steighöhe der Dämpfe und für die regelmässige Konstatierung des ersten Sublimates. Wird das Näpfchen zu tief in die Säure gesenkt, so können die Dämpfe unter Umständen in den über dem Plättchen liegenden Teil des Apparates entweichen und sich dort an den Wänden niederschlagen.

2. *Der Versuch.* Vor Beginn des Erhitzens wird die Zeit des Versuchsbeginnes, die Temperatur des Schwefelsäurebades, die Temperatur im Innern des Apparates, sowie der Druck registriert. Dann erhitzt man das Schwefelsäurebad langsam durch eine Bunsenflamme von ca. 2 cm Höhe. Ich brauchte im Mittel zur Erhöhung der Temperatur der Säure von

25° auf 100° = 8 Minuten
25° auf 160° = 12 „
25° auf 200° = 23 „

Bei langsamem Erhitzen wird im allgemeinen die Entstehung des ersten Sublimates bei etwas niederer Temperatur beobachtet als bei raschem Erhitzen. Das innere Thermometer gibt die Innentemperatur des Apparates an und gestattet auch, die Temperatur des das Sublimat empfangenden Plättchens zu bestimmen (vergl. S. 395).

Während des Erhitzens wurde das Plättchen von blossem Auge und mit Hilfe einer Lupe von 10 cm Brennweite genau beobachtet. Um die sehr feinen Beschläge leicht wahrnehmen zu können, war es notwendig, neben den Apparat einen Auerbrenner zu stellen. Die Konstatierung des ersten Sublimates erfolgte bei gleicher Art des Erhitzens für ein und dieselbe Substanz mit Regelmässigkeit innert bestimmter Temperaturgrenzen, wie dies nach der Theorie der Sublimation auch zu erwarten ist. Es gehört natürlich einige Übung dazu, diese ersten feinen Beschläge zu erkennen, und wenn man eine Reihe von Versuchen mit demselben Körper macht, so wird man finden, dass das erste Sublimat allmählich schon bei etwas niedrigeren Temperaturen beobachtet wird, was natürlich seinen Grund in der gesteigerten Schärfe der Beobachtung hat.

Wenn das erste Sublimat erschien, wurden wiederum Zeit und Temperatur registriert, wie zu Beginn des Versuches. Das Schwefelsäurebad wurde noch in gleicher Weise weiter erhitzt. Mit Hilfe der Lupe konnte dann die Vergrösserung des Sublimates, die Entstehung von Kristallisationen und Höfen meist sehr schön verfolgt werden. Der Verlauf des Sublimationsprozesses ist für manche Alkaloide recht charakteristisch. Ebenso geben die Temperaturen, bei welchen das erste Sublimat beobachtet wird, oft schon gute Anhaltspunkte für die Erkennung des vorliegenden Körpers (vergl. Tab. S. 390). Nach der Konstatierung des ersten Sublimates wurde das Schwefelsäurebad noch etwa 25—50° höher erhitzt, dann der Versuch unterbrochen und wiederum Zeit, Temperatur und Druck notiert.

In dieser Weise wurden von jedem untersuchten Körper 25—50 und oft viel mehr Versuche ausgeführt, um ein gutes Bild vom

Sublimationsverlauf zu gewinnen und die erhaltenen Sublimate mikroskopisch und kristallographisch vergleichen und mit denselben mikrochemische Reaktionen ausführen zu können.

Bei Unterbrechung des Versuches wurde zunächst der Sublimationsapparat aus der Säure gehoben, der Glashahn zwischen Manometer und Wasserstrahlpumpe geschlossen und hierauf diese selbst ausser Funktion gesetzt. Dann wurde der untere Teil des Sublimationsapparates mit der linken Hand gefasst und mit der rechten langsam und vorsichtig der Hahn des Manometers gelockert, um Luft in den Apparat eindringen zu lassen und den untern Teil leicht abheben zu können. Mit einer Pinzette wurde alsdann das Deckgläschen herausgenommen. Im Näpfchen verblieb oft noch etwas nicht sublimierte Substanz in unveränderter Form oder als geschmolzene Tröpfchen. Oft konnte mit einer unwägbaren Menge einer einmal ins Näpfchen gebrachten Substanz in aufeinanderfolgenden Versuchen eine grosse Zahl von Sublimaten erhalten werden. Die Reinigung des Näpfchens erfolgte wie die der Plättchen mit Chromsäure-Gemisch. Von den zur längeren Aufbewahrung bestimmten Sublimaten habe ich Dauer-Präparate angefertigt. Zu diesem Zwecke wurden auf Objektträger Papierringe vom Durchmesser der Plättchen und 2 mm Breite aufgeklebt und auf diese die Deckgläschen mit den Sublimaten geleimt, so dass diese vom Ring umschlossen wurden. Ein Lackring vollendete den Abschluss der gebildeten Zelle, in welcher die Sublimate vor Staub vollkommen geschützt sind.

III. Die Identifizierung der Sublimate.

Zur Identifizierung der Sublimate wurden 3 Methoden angewandt:

1. die einfache Vergleichung der Sublimate unter dem Mikroskop;
2. die kristallographische Untersuchung;
3. mikrochemische Reaktionen.

1. Die einfache Vergleichung der Sublimate unter dem Mikroskop.

Sie gibt auf den ersten Blick höchst überraschende Resultate, insofern man mit Leichtigkeit Sublimate erhält, deren Aussehen höchst auffallend und charakteristisch zu sein scheint. Ich warne aber davor, einer einzelnen vielleicht auffallenden Kristallbildung, die in einem Sublimat auftritt, einen zu grossen diagnostischen Wert zuzuschreiben. Zahlreiche Versuche haben mir gezeigt, dass oft ein und derselbe Körper bei der Sublimation Kristalle und Kristallgruppierungen von sehr verschiedenem Habitus liefern kann. Die Überraschungen, die man erlebt in Bezug auf die Variabilität der

Kristalltypen, sind wohl der Grund, dass sich die Mikrosublimations methode nicht so in die Praxis eingeführt hat, wie sie es sicher verdient. Das verschiedene Aussehen der Sublimate ein und desselben Körpers kommt hauptsächlich zustande durch die oft erstaunlich mannigfaltigen Arten der Zusammenlagerung kleiner Kriställchen. Von welchen Bedingungen die Bildung der verschiedenen Formen abhängig ist, habe ich nicht ermitteln können; es scheint, dass hiebei der Zufall eine gewisse Rolle spielt. Ich habe von den einzelnen von mir untersuchten Körpern je 20 bis 50 und in manchen Fällen bis 100 Sublimate hergestellt. Durch genaue mikroskopische Vergleichung derselben erhielt ich dann eine Übersicht über die auftretenden Formen. Wenn diese auf den ersten Blick auch oft recht mannigfaltig erschienen, so liessen sich doch bei genauer Untersuchung gewisse charakteristische Kristalltypen erkennen, die in den Sublimaten immer wiederkehrten und von denen sich andere Bildungen ableiten liessen. Dass schliesslich bei allem Reichtum der auftretenden Formen die Mannigfaltigkeit nicht eine unbegrenzte ist, erklärt sich dadurch, dass eben die Bedingungen, unter denen die Sublimate entstanden, doch immer dieselben waren. Bei vielen Körpern war übrigens die Aufgabe viel einfacher, indem in den Sublimaten überhaupt nur ein und stets derselbe Habitus der Kristalle auftrat. — Die Erfahrung hat mich gelehrt, dass, sofern das Sublimat eines Körpers ein einigermassen charakteristisches Aussehen zeigt, diese Eigenart soweit geht, dass es nicht mit dem Sublimat eines andern Körpers verwechselt werden kann. Man braucht die Gefahr also nicht zu fürchten, dass man auf Grund der einfachen mikroskopischen Betrachtung das Sublimat eines Alkaloids für ein anderes hält. Ich betone aber nochmals, dass dies nur für Sublimate mit charakteristischen Kristallbildungen gilt. Tröpfchenförmige Beschläge haben nur einen kleinen diagnostischen Wert, da sie, wie ich schon im theoretischen Teil ausgeführt habe, bei einer ganzen Reihe von Alkaloiden und wohl auch anderen Körpern auftreten (vergl. S. 302).

Wie gross die Unterschiede sind, welche die Sublimate der verschiedenen Alkaloide unter dem Mikroskop zeigen, werden die beigegebenen Mikrophotographien zur Anschauung bringen. Es ist klar, dass wir auf das Aussehen der Sublimate allein einen Analysenbefund nicht gründen werden, ebensowenig, wie man sich beim Nachweis eines Körpers mit der Ausführung einer einzelnen Reaktion begnügt. Man wird vor allem darnach trachten, von dem zu untersuchenden Körper eine grössere Anzahl von Sublimaten zu gewinnen. Dies ist, selbst wenn nur geringe Substanzmengen zur Verfügung stehen, leicht möglich; ich habe noch von $^{1}/_{100}$ mg Strychnin und

Morphin charakteristische Sublimate erhalten. Das mikroskopische Bild der Sublimate gibt meist schon ganz wertvolle Aufschlüsse über die Natur des vorliegenden Körpers, aber der Nachweis muss durch die anderen Methoden der mikrochemischen Analyse unterstützt werden, nämlich durch Ausführung von mikrochemischen Reaktionen und soweit möglich durch kristallographische Bestimmungen.

2. Die kristallographische Untersuchung der Sublimate.

Es ist klar, dass es sich bei Mikrosublimaten nur um mikroskopische Kristallbestimmungen handeln kann. Die in den Sublimaten auftretenden Kristalle sind teils Individuen, teils Aggregate, deren Gestalt eine recht mannigfaltige sein kann. In manchen Sublimaten wurden auch Übergangsbildungen von amorphen Tröpfchen zu Kristallen beobachtet, die besonders im polarisierten Licht oft interessante Erscheinungen zeigten, z. B. beim Codein.

Leider finden sich in der Literatur nur sehr unvollständige und oft widersprechende Angaben über die Kristallformen der Alkaloide. Es würde gewiss eine grosse Erleichterung der Arbeit bedeuten, die Kristalle der Sublimate mit den an grösseren Kristallen ermittelten Formen vergleichen zu können. Hoffentlich wird P. Groths gross angelegtes Werk über die Chemische Kristallographie, welches leider noch nicht bis zu den Alkaloiden gediehen ist, dafür die erforderliche Grundlage schaffen.

Einer genauen kristallographischen Bestimmung der in den Sublimaten auftretenden Kristallformen steht meist ihre Kleinheit im Wege. Ich musste mich manchmal mit der Ermittlung einiger weniger Daten begnügen, auf Grund deren die Einreihung in die sechs Kristallsysteme möglich wird, z. B. mit der Messung von Flächenwinkeln, mit der Bestimmung der Art der Auslöschung, der Messung von Auslöschungswinkeln und der Bestimmung des optischen Charakters in der Längsrichtung der Kristalle. Axenbilder waren nur bei etwas grösseren Kristallen erhältlich. Sehr gut lässt sich an den kleinen Kriställchen der Sublimate die Bestimmung der Brechungsindices ausführen; es genügen hiefür minimale Substanzmengen. Die Bestimmung erfolgt leicht durch die Einbettungsmethoden, wie sie speziell für Mikrokristalle von Schroeder van der Kolk, Brun, Kley und Weinschenk ausgearbeitet worden sind (L 51, 10, 30, 68). Die Brechungsindices sind für manche Körper recht charakteristisch und können zur Identifizierung dienen. Kley und Bolland (L 30 u. 7) haben für die Mehrzahl der Alkaloide die Brechungsindices bereits bestimmt, und ich habe daher vorläufig

davon abgesehen, diese Bestimmungen an den Sublimaten zu wiederholen.

Die kristallographische Untersuchung der Sublimate liesse sich nach den verschiedensten Richtungen noch bedeutend erweitern. Ich glaube aber, dass es für die praktischen Zwecke der Identifizierung nicht nötig ist, vollständige kristallographische Bestimmungen auszuführen, die zeitraubend und oft schwierig sind. Nach meinen Erfahrungen leisten die mikroskopische Beobachtung und mikrochemischen Reaktionen, welche wir an den Sublimaten vornehmen können, schon so vorzügliches, dass man einfache kristallographische und kristalloptische Bestimmungen oft nur zur Ergänzung heranziehen wird.

Bei den kristallographischen Untersuchungen, die ich an meinen Sublimaten ausgeführt habe, bin ich in freundlicher Weise von Herrn Assistent Dr. Gutzwiller unterstützt worden und spreche ihm auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

3. Mikrochemische Reaktionen.

Helwig hat sich bereits dagegen verwahrt, dass seine Identifizierungsmethode der Alkaloide durch Mikrosublimation die kristallographische genannt werde. Er betonte ausdrücklich, dass es zu einseitig sei, die Kristallform allein als unterscheidendes Kennzeichen aufzustellen, und fand es unbegreiflich, dass es bis zu seiner Zeit versäumt worden sei, mit der mikroskopischen Untersuchung der Kristallform die qualitative chemische Analyse zu verbinden. Damit hat Helwig bereits klar und deutlich das Prinzip der mikrochemischen Analyse ausgesprochen. Er stellte auch mit seinen Sublimaten bereits eine ganze Anzahl mikrochemischer Reaktionen an. Seine Methode wurde von Wormsley (L 70) für die toxikologische Analyse weiter ausgebaut. Es würde zu weit führen, hier die ganze Entwicklung der mikrochemischen Analyse zu verfolgen. Eine sichere Grundlage und mächtige Förderung erhielt dieselbe schliesslich durch die unermüdlichen Arbeiten von H. Behrens. Er veröffentlichte 1895 bis 1900 seine „Anleitung zur mikrochemischen Analyse" und stellte als wichtigste Kennzeichen zur Identifizierung einer Substanz ihr chemisches Verhalten auf; die Form der Kristalle und ihre optischen Eigenschaften kamen erst in zweiter und dritter Linie in Betracht. Allerdings gibt auch Behrens denjenigen Reaktionen den Vorzug, deren Produkte sich durch geringe Löslichkeit, grosses Molekularvolumen und vor allem durch grosse Kristallisationsfähigkeit auszeichnen. Man kann nach Emich das Behrenssche System geradezu das der Kristallfällungen nennen (L 13). Im übrigen ist für Behrens' Methode das Zusammenbringen der Substanzen im flachen Tropfen

auf einem horizontalen Objektträger und die Anwendung der Reagentien in fester Form charakteristisch. Die Erfahrung hat gezeigt, dass auf diese Weise typische Kristalle von wenig veränderlichem Habitus entstehen. Auf die genaue Beschreibung der Behrensschen Methode kann ich hier nicht eingehen und halte es auch für überflüssig, da seine „Mikrochemische Analyse" schon allgemein bekannt ist. In den letzten Jahren hat die Methode durch zahlreiche andere Forscher einen weiteren Ausbau erhalten. Ich verweise auf die Zusammenstellung der diesbezüglichen Arbeiten bei A. Grutterink (L 18).

Die Behrensschen Reaktionen eignen sich nun wegen ihrer Einfachheit, Zuverlässigkeit und Empfindlichkeit ganz vorzüglich zur Identifizierung der Sublimate. Es war mir nicht möglich, alle bisher bekannten mikrochemischen Reaktionen der in Betracht kommenden Körper an meinen Sublimaten durchzuprüfen. Ich musste mich damit begnügen, aus der reichen Sammlung bei Behrens einzelne besonders charakteristische Reaktionen auszuwählen, um wenigstens die Identität des Sublimates mit dem zur Sublimation gelangenden reinen Körper nachzuweisen.

Die Ausführung der Reaktionen geschah in der Weise, dass mit einem dünnen Glasstäbchen ein kleines Tröpfchen des Lösungsmittels (meistens eine verdünnte Säure) direkt auf das Sublimat gebracht wurde, wo es sich zu einem Scheibchen von höchstens 2 mm Durchmesser ausbreitete. Durch Herumführen des Tröpfchens auf dem Plättchen wurde das Sublimat in Lösung gebracht und nun die Reaktion unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung ausgeführt. Mittelst einer Platinnadel wurde eine kleine Menge des fein gepulverten Reagens in den Rand des Tropfens eingeführt. Umrühren oder Bedecken des Tropfens mit einem Deckgläschen ist unzulässig. Wenn das Tröpfchen fein genug ist, so kann es bei 50facher Vergrösserung in seiner ganzen Ausdehnung übersehen und der Verlauf der Reaktion genau beobachtet werden. — Es ist Gewicht darauf zu legen, dass die Lösung des Körpers in dem Tröpfchen eine möglichst konzentrierte sei. Man wird daher die Menge des Lösungsmittels so gering wie nur möglich bemessen. Der Erfolg hängt bei diesen mikrochemischen Reaktionen nicht so sehr von der Grösse der Substanzmengen ab, als von dem Konzentrationsgrade, in welchem sie vorhanden sind. Da Bruchteile von Milligrammen der Alkaloide genügen, um gute Sublimate zu erzielen, so kann man, wenn nur eine sehr geringe Menge des zu untersuchenden Körpers vorliegt, von demselben eine ganze Anzahl Beschläge herstellen und entsprechend viele Reaktionen ausführen. Oft ist es mir auch gelungen, bei sorgfältigem Arbeiten auf einem einzigen Sublimate zwei bis

drei verschiedene Reaktionen auszuführen, indem jede an einer anderen Stelle des Sublimates vorgenommen wurde.

Bei einigen Sublimaten habe ich zur Identifizierung auch Farbreaktionen herangezogen, wie sie in der toxikologischen Analyse zum Nachweis der Alkaloide gebräuchlich sind. Für die Vorschriften zu denselben war mir das Lehrbuch der chemischen Toxikologie von J. Gadamer massgebend. Das Plättchen mit dem Sublimat wurde auf eine weisse Porzellanplatte gelegt und die Reagentien in kleinen Tröpfchen direkt darauf gebracht. Die Reaktionen fielen meistens ganz prachtvoll aus.

Die schönen Resultate, welche auch mit den Behrensschen Reaktionen bei den Sublimaten erzielt wurden, sind wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die sublimierten Körper sich durch grosse Reinheit auszeichnen. Die Sublimation stellt eben auch eine ganz hervorragende Reinigungsmethode dar. Sie besitzt als solche sogar grosse Vorzüge gegenüber dem Umkristallisieren, insofern bei ihr die Hauptregel erfüllt wird, dass der zu reinigende Körper mit so wenig anderen wie nur möglich in Berührung gebracht wird (vergl. Kahlbaum L 26).

Zu den Behrensschen Alkaloidreaktionen habe ich ein solches Vertrauen gewonnen, dass ich glaube, es wäre eine dankbare Aufgabe, sie und die von seinen Nachfolgern angegebenen zusammenzustellen und sie noch mehr in die Praxis einzuführen, als es bisher geschehen ist. Nur einige wenige Reaktionen versagten bei den Sublimaten: dieselben scheinen von Zufälligkeiten abhängig zu sein und dürften vielleicht noch einmal einer genauen Prüfung unterzogen werden. In den meisten Fällen aber haben sich die Reaktionen als so empfindlich und zuverlässig erwiesen, dass ich glaube, es wäre an der Zeit, sie auch für den Alkaloidnachweis bei toxikologischen Analysen anzuwenden, wo sie manche der bisher gebräuchlichen Farbreaktionen von zweifelhaftem Wert ersetzen könnten. Besonders in Verbindung mit der Mikrosublimation, mittelst welcher wir kleinste Mengen der Alkaloide in sehr reiner und oft schon an sich charakteristischer Form isolieren können, dürfte sich die Ausführung mikrochemischer Reaktionen sehr vorteilhaft bewähren (vgl. Schlusskapitel S. 405).

IV. Charakter der Sublimation.

Nach ihrem Verhalten bei der Sublimation, nach dem Aussehen des ersten Sublimates und nach den im weiteren Verlauf des Sublimierens in den Sublimaten auftretenden Veränderungen, kann ich die von mir untersuchten Körper in 5 Gruppen einteilen, die sich unter 3 Hauptgruppen zusammenfassen lassen:

A. Körper, die ohne zu schmelzen, sublimieren:

1. Körper, die anscheinend direkt kristallinische Sublimate geben[1]). Im weiteren Verlauf der Sublimation wachsen und vermehren sich die Kristalle. Der Sublimationsvorgang verläuft nach dem Schema:

kristallinisch ⟶ dampfförmig ⟶ kristallinisch.

Es gehören hieher:

Coffein	Cinchonin
Theobromin	Solanin

Cantharidin[2]).

2. Körper, deren erstes Sublimat nicht kristallinisch erscheint, sondern aus einem feinen, homogenen Beschlag besteht, der einem Anhauch vergleichbar ist und unter dem Mikroskop aus lauter feinen amorphen Tröpfchen zusammengesetzt ist. Im weiteren Verlauf der Sublimation bilden sich dann in diesem Anhauch regelmässig Kristalle. Die Sublimation verläuft nach dem Schema:

kristallinisch ⟶ dampfförmig ⟶ amorphe Tröpfchen ⟶ kristallinisch.

In diese Gruppe gehört die Mehrzahl der von mir untersuchten Körper, nämlich:

Strychnin	Yohimbin
Morphin	Cinchonidin
Apomorphin-HCl	Chinidin
Codein	Chinin
Thebain	Coniin-HBr
Narcotin	Arecolin-HBr
Pilocarpin-HCl	Hyoscyamin

3. Körper, welche ebenfalls zuerst ein Sublimat aus feinen, amorphen Tröpfchen bilden, in welchem aber während der Sublimation keine oder doch nicht regelmässig Kristalle entstehen. Die Sublimation verläuft hier folgendermassen:

kristallinisch ⟶ dampfförmig ⟶ amorphe Tröpfchen ⟶ (event. kristallinisch).

Entweder entstehen im Sublimat nicht regelmässig Kristalle, wie bei:

Cocain	Atropin
Brucin	Homatropin
Papaverin	Physostigmin
Piperin	Hydrastin

oder das Sublimat bleibt stets tröpfchenförmig:

Aconitin	Delphinin

Scopolamin-HBr.

[1]) Es wird sich weiter hinten zeigen, dass diese erste Gruppe zu den übrigen nicht in so scharfem Gegensatz steht, wie es hier zum Ausdruck kommt. Auch bei diesen Körpern verdichten sich die Dämpfe nicht direkt zu einem kristallinischen Sublimat, sondern bilden zuerst einen Beschlag aus amorphen Tröpfchen, die aber wegen ihrer ausserordentlichen Feinheit gewöhnlich nicht wahrgenommen werden, so dass tatsächlich meist nur Kristalle zur Beobachtung gelangen. Die obige Gruppe 1 wurde daher aus praktischen Gründen in dieser Form beibehalten, auch nachdem die wahren Verhältnisse bei diesen Körpern durch spätere Versuche aufgeklärt worden waren (vergl. S. 398).

[2]) Ist kein Alkaloid (vgl. bezügl. dieses Körpers S. 335).

B. 4. **Körper, welche erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt Sublimate geben.** Diese bestehen nur aus feinen, amorphen Tröpfchen ohne Kristallbildungen. Die Sublimation verläuft nach dem Schema:

fest → flüssig → dampfförmig → amorphe Tröpfchen.

Es gehören in diese Gruppe:

Narcein Veratrin
Pilocarpin Emetin
Colchicin.

C. 5. **Körper, die kein Sublimat gaben,** wahrscheinlich infolge Dissoziation oder Zersetzung: Spartein-H_2SO_4 Nicotin-HCl

Es ist klar, dass diese Einteilung keine allgemein gültige sein kann, sondern durch die spezielle, hier zur Anwendung gelangte Methode der Sublimation bedingt ist. Die einzelnen Gruppen grenzen sich nicht scharf von einander ab; so gibt es z. B. zwischen Gruppe 1 und 2 mancherlei Übergänge: es wurde einerseits beim Solanin in einzelnen Sublimaten neben den Kristallen auch ein Feld mikroskopisch feiner, amorpher Tröpfchen beobachtet; andererseits konnte bei der Sublimation von Morphin und Strychnin manchmal keine Bildung eines tröpfchenförmigen Beschlages beobachtet werden, sondern es schien aus dem Dampfe direkt ein kristallinisches Sublimat zu entstehen. Hyoscyamin leitet von Gruppe 2 zu 3 über; das Sublimat wies zwar immer, aber oft sehr spärlich, Kristallisationen auf. Was die Gruppe 4 anbelangt, so ist es möglich, dass auch diese Körper, deren Dampfdruck offenbar sehr klein ist, sich ohne zu schmelzen verflüchtigen liessen, wenn sie hinreichend lange bei Temperaturen unter ihrem Schmelzpunkt erhalten würden.

V. Die Sublimation der einzelnen Körper.

Durch die nachfolgenden Untersuchungen sollte vor allem festgestellt werden, ob durch das beschriebene und bei den wichtigsten Alkaloiden in gleicher Weise durchgeführte Verfahren der Mikrosublimation charakteristische Sublimate erhalten werden könnten. Die Sublimationen wurden daher vorerst mit den reinen, zumeist von E. Merck bezogenen Pflanzenbasen ausgeführt und ausser diesen noch das Cantharidin in die Versuche einbezogen, welches hervorragend schöne Sublimate gibt. Alkaloidsalze kamen nur in wenigen Fällen zur Verwendung, dort, wo die reine Base überhaupt nicht oder nur schwer kristallinisch zu erhalten ist (Coniin, Nicotin, Pilocarpin, Spartein, Arecolin sind flüssig; Apomorphin bildet eine weisse, amorphe Masse; Scopolamin ist ein schwer kristallisierbarer Sirup).

Die von den reinen Körpern erhaltenen Sublimate konnten dann als Vergleichsobjekte dienen, wenn es sich darum handelte, bei toxikologischen Analysen aus stark verunreinigtem Material ein Alkaloid

zu isolieren und zu identifizieren und dabei die Leistungsfähigkeit der Sublimationsmethode zu prüfen (vergl. S. 405).

Die mikroskopische Beschreibung der Sublimate war oft nicht leicht; ich hoffe aber, dass die beigegebenen Mikrophotographien sie in mancher Hinsicht ergänzen werden.

Die einzelnen Körper werden in der Reihenfolge der im vorigen Abschnitt aufgestellten 5 Gruppen behandelt.

Zur Vereinfachung der Darstellung kamen einige Abkürzungen zur Anwendung:

F = Schmelzpunkt der Körper nach der Literatur.

BT bedeutet die Bad-Temperatur, die Temperatur des Schwefelsäurebades, in welchem der Körper verdampft.

IT ist die Innen-Temperatur des Appartes, wie sie durch das innere Thermometer angegeben wird.

Als „Anhauch" bezeichne ich ein von Auge wahrnehmbares, homogenes, unter dem Mikroskop aus amorphen Tröpfchen bestehendes Sublimat.

Der Ausdruck „Höfe" ist bereits im theoretischen Teil erörtert worden (vergl. S. 306).

Die Temperatur- und Druckangaben sind Grenzwerte aus einer grösseren Zahl von Versuchen.

Coffein.

F 234—235.

Die Sublimationsversuche wurden mit einem reinen, von E. Merck bezogenen Coffein bei 10—11 mm Druck ausgeführt. Bei einer Temperatur des Schwefelsäurebades (BT) von 81—94° und einer Innentemperatur des Apparates (IT) von 32—42° liess sich bei genauer Betrachtung in der Mitte des Plättchens von blossem Auge ein feiner, grauweisser Beschlag erkennen, der beim Beobachten mit der Lupe pulverig erschien. Im weiteren Verlauf der Sublimation wurde das Sublimat rasch dichter. Bei 125° BT und 46—54° IT wurde der Versuch unterbrochen.

Um zu untersuchen, ob auch schon bei niederen Temperaturen Sublimate von Coffein erhalten werden, habe ich die Sublimation in einer Anzahl von Versuchen schon früher unterbrochen und dabei folgende Resultate erzielt:

Wenn das Coffein im Schwefelsäurebad bis 80° erhitzt wurde, wobei IT auf 32,5° stieg, so liess sich auf dem Plättchen im Apparat meist nicht mit Sicherheit ein Anflug konstatieren; wenn aber das Plättchen aus dem Apparat genommen und gegen das Licht betrachtet wurde, so konnte bereits von Auge ein Sublimat wahrgenommen werden.

Wurde das Coffein nur auf 75° erhitzt (IT 30,5°), so konnte auf dem Plättchen weder in noch ausser dem Apparat von blossem Auge ein Sublimat wahrgenommen werden; unter dem Mikroskop aber liessen sich bei 180facher Vergrösserung bereits zahlreiche winzige Nädelchen auf dem Plättchen erkennen.

Bei 70° BT und 26° IT war auf dem Plättchen auch unter dem Mikroskop noch kein Sublimat zu konstatieren.

Diese Versuche zeigen also, dass die Sublimation nicht bei einem bestimmten Punkte beginnt, sondern dass es sich um einen Verdunstungsvorgang handelt, der sich über weite Temperaturgrade erstreckt, und dessen mehr oder weniger rascher Verlauf vom Dampfdruck des Körpers bei den verschiedenen Temperaturen abhängt. Wenn also in den gewöhnlichen Sublimationsversuchen bei 81—94° BT auf dem Plättchen die Entstehung eines Sublimates beobachtet wird, so heisst dies nur, dass bei jenen Temperaturen das Coffein so rasch verdampft, dass in sehr kurzer Zeit schon ein wahrnehmbares Sublimat erhalten wird. Hält man aber das Coffein während längerer Zeit auf 70° oder darunter, so kann man auch bei diesen Temperaturen schon Sublimate erhalten. Man sieht also, dass der Zeit-Faktor bei der Sublimation eine ganz bedeutende Rolle spielt. Für unsere Versuche ergab sich daraus die Notwendigkeit, das Erhitzen des Schwefelsäurebades stets in der gleichen Art und Weise vorzunehmen (vergl. S. 315).

Die mikroskopische Untersuchung der Coffeinsublimate (bei 33maliger Vergrösserung) ergab, dass dieselben aus längeren und kürzeren, gerade auslöschenden Nadeln bestehen. Die Axe der grössten Elastizität liegt in der Längsrichtung der Nadeln. $c = \mathfrak{a}$. Die Kristalle sind optisch (-) in Bezug auf die Längsentwicklung. Ausser den Nadeln finden sich in den Sublimaten massenhaft punktförmige Gebilde, welche im polarisierten Licht aufleuchten. Bei stärkerer Vergrösserung (180—400 mal) erwiesen sie sich zum Teil als kleine kristallinische Körnchen, zum Teil als deutlich sechseckige, am Rand der Sublimate oft ziemlich grosse Kristallplättchen. Optisch konnten sie der Kleinheit wegen nicht näher untersucht werden. Die Kristallnadeln erschienen bei der starken Vergrösserung oft wenig schön ausgebildet, faserig und an den Enden meist in feinere Nädelchen zerspalten. Sie stellen also Aggregate parallel gelagerter Nadeln dar. Hie und da zeigen sie deutlich Querabsonderung. Fig. 12 der Tafel stellt ein Sublimat von Coffein dar. Mit einer Lupe kann man neben den Nadeln in der Mitte des Bildes deutlich die sechseckigen Kriställchen erkennen.

Man könnte vermuten, dass es sich bei diesen sechseckigen Plättchen, welche bisher nie beschrieben worden sind, nur um aufrechtstehende Nadeln handle. Wenn aber ein Deckgläschen auf das Sublimat gelegt und mit einer Nadel aufgedrückt wurde, so veränderten diese Gebilde ihre Lage nicht. Der Durchmesser der Plättchen ist auch grösser als der gewöhnlichen Dicke der Nadeln entsprechen würde.

Die Plättchen stellen auch nicht eine Verunreinigung des Coffeins dar. Sie wurden in gleicher Weise gefunden in den Sublimaten von Coffein pur. Merck, Coffein pur. Riedel und einem in unserm Laboratorium aus Kaffeebohnen gewonnenen Präparat.

Die Tatsache, dass das Auftreten sechseckiger Kriställchen im Coffeinsublimat bisher nie beschrieben worden ist, veranlasste mich, zu untersuchen, ob diese Gebilde nur bei der Vakuum-Sublimation entstehen. Ich führte zu diesem Zwecke eine Anzahl Mikrosublimationen unter gewöhnlichem Druck aus und benützte dazu den einfachen Apparat von Hartwich & Toggenburg (L 22). Eine kleine Menge Coffein wurde auf einen Objektträger gebracht, mit einem Glasring umgeben und ein zweiter Objektträger darüber gelegt. Die so gebildete „Sublimationszelle" wurde auf einem Drahtnetz placiert und mit der kleinen Flamme des Mikrobrenners aus etwa 7 cm Entfernung allmählich erhitzt.

Die erhaltenen Sublimate zeigten bei schwacher Vergrösserung ebenfalls Nadeln und Pünktchen; bei starker Vergrösserung erwiesen sich die Pünktchen zum Teil als senkrecht oder schief stehende Nadeln, doch fanden sich ebenfalls kristallinische Körnchen und vereinzelt kleine sechseckige Kriställchen, im ganzen aber viel weniger zahlreich als in den Vakuum-Sublimaten. Die Nadeln erschienen reichlicher, waren oft länger und dünner und an den Enden nicht so häufig zerteilt.

Merkwürdige Erscheinungen wurden beobachtet, wenn in diesen Sublimationsversuchen bei gewöhnlichem Druck der Objektträger, auf welchem das Sublimat sich niederschlug, durch Auflegen von Eis gekühlt wurde. Wenn ein solcher Objektträger von der Sublimationszelle entfernt wurde, nachdem Coffein ansublimiert war, aber noch bevor er sich zu sehr erwärmt hatte, so konnte auf demselben ein feuchter Beschlag beobachtet werden. Unter dem Mikroskop bestand er nur aus klar durchsichtigen amorphen Tropfen, die bald ein ganz merkwürdiges Schauspiel darboten. Plötzlich entstanden in den Tropfen eine ganze Anzahl unregelmässig angeordneter Nadeln, sechseckige Plättchen und derbe kristallinische Gebilde ohne schöne Kristallflächen. Die entstandenen Nadeln waren

lang oder sehr kurz und oft von so bedeutender Breite, wie ich sie in den gewöhnlichen Sublimaten nie beobachtet habe. Hie und da waren sie auch zu Büscheln vereinigt. An Stelle der früheren Tropfenperipherie erschien oft ein Kranz derber kristallinischer Gebilde. Die sechseckigen Plättchen waren zum Teil bedeutend grösser als in den Vakuumsublimaten. Hie und da konnte auch beobachtet werden, wie bei diesem Kristallisationsprozess kleine Tröpfchen sich streckten, um eine Nadel auskristallisieren zu lassen; aber bevor sich dieselbe gleichmässig ausgebildet hatte, trat kristallinische Erstarrung ein. So entstanden Nadeln, die am einen Ende keulig angeschwollen oder mit einem sechseckigen Plättchen verwachsen waren.

Da bei einer ganzen Anzahl Alkaloide, die ich später beschreiben werde, tröpfchenförmige Sublimate erhalten wurden, so vermutete ich, dass auch das Coffein auf einem gekühlten Objektträger sich zuerst in Form solcher Tröpfchen niederschlage, die aber nur bei niederer Temperatur einigermassen beständig seien und sich bei höheren Temperaturen rasch in Kristalle umwandelten. Es zeigte sich aber, dass diese Annahme nicht richtig war. Ein blinder Sublimationsversuch, zu welchem gar kein Coffein verwendet wurde, liess ebenfalls auf dem gekühlten Objektträger einen tröpfchenförmigen Beschlag entstehen. Ein solcher bildete sich überhaupt immer, wenn der Objektträger gekühlt wurde, indem sich auf demselben Wasserdampf aus der Luft kondensierte. Wenn nun an einen solchen Beschlag aus Wassertröpfchen Coffeindampf gelangte, so löste er sich im Wasser, und das Coffein kristallisierte dann nachträglich aus. Diese interessanten Versuche zeigen, wie delikat der Sublimationsvorgang ist, wie durch eine kleine Änderung in den Versuchsbedingungen unter Umständen ganz anders aussehende Sublimate erzielt werden können. Der Versuch lehrt auch, dass es im allgemeinen unzweckmässig sein muss, an einen gekühlten resp. mit Feuchtigkeit beschlagenen Objektträger zu sublimieren. Wenn der sublimierende Körper in Wasser nicht löslich ist, so dürften bei dieser Art der Sublimation schwerlich schön kristallinische Beschläge erhalten werden.

Es ist schon lange aufgefallen, dass Coffein leicht kristallinische Sublimate gibt. Waddington berichtet bereits 1868, dass die Sublimierbarkeit des Coffeins allgemein bekannt sei (L 67). Bezüglich der Einzelheiten weichen aber die Angaben über die Sublimation des Coffeins stark voneinander ab. Wynter Blyth (L 6) erhielt bei 79° das erste Sublimat, welches aus feinen Pünktchen bestand; bei 79,5° bildeten sich im Sublimat Kristalle, welche bei 120° oft lang und seidenglänzend waren. — Nach Krafft und Weilandt

(L 32) sublimiert Coffein im Vakuum des Kathodenlichtes rasch und scharf bei 116°.

Während diese Angaben mit meinen Resultaten gut übereinstimmen, liegt der „Sublimationspunkt" des Coffeins nach Gaucher (L 16) zwischen 177 und 178°, während nach Behrens die Verdampfung des Coffeins bei etwa 200° „beginnt" (L 3). Diese Temperaturangaben beruhen sicher auf einem Irrtum. Behrens erhielt Sublimate mit sternförmigen Gruppen langer Nadeln, oft aber auch nur pulverige Beschläge, die durch Anhauchen zum Kristallisieren gebracht werden können. Behrens hat die Sublimationsmethode auch bereits angewandt, um das Coffein im Tee und Kaffee nachzuweisen. Kley (L 29) erhielt aus Teeblattfragmenten Sublimate, welche nach dem Anhauchen an den Rändern die charakteristischen feinen Nadeln von Coffeinhydrat zeigten, während die Mitte der Präparate konstant von (scheinbar) amorphen Massen eingenommen wird, welche aus äusserst feinen Kristallen von wasserfreiem Coffein bestehen. Dieses kristallisiert rhombisch, das wasserhaltige mono- oder triklin. Gewöhnliches Handels-Coffein soll ein Gemisch von wasserhaltigem und wasserfreiem Coffein sein. — Ob diese Angaben Kleys richtig sind, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Ich habe selbst in Sublimaten, die eine Unmenge Nadeln enthielten, keine schiefe Auslöschung beobachten können. — A. Nestler (L 38—41) hat den Nachweis des Coffeins im Tee bedeutend vereinfacht. Er zeigte, dass es ganz unnötig sei, das Teeblatt zuerst, wie Behrens angibt, mit Calciumhydroxyd zu behandeln, sondern dass das Coffein durch einfaches Erhitzen der zerkleinerten Pflanzenteile zwischen zwei Uhrgläsern direkt heraussublimiert werden könne. Damit war durch die Sublimationsmethode ein ganz bedeutender Fortschritt in der Pflanzenmikrochemie gewonnen worden. Frank (L 14) hat dann Nestlers Verfahren bei einer Anzahl von Nahrungs- und Genussmitteln versucht. Aus „Mokka" erhielt er Coffeinsublimate, deren Nadeln im Gegensatz zu den aus Tee erhaltenen am einen Ende meist eine elliptische Anschwellung zeigten; ausserdem traten kleinere, breite Kristalle und rundliche Gebilde auf. Aus Kaffeeschalen erhielt er Sublimate, in welchen ausser den genannten noch spindelförmige Kristalle beobachtet wurden. Nach der Beschreibung und den Abbildungen, welche Frank von diesen Formen gibt, entsprechen dieselben durchaus den Kristallen, welche ich durch Sublimation von reinem Coffein an ein gekühltes Plättchen erhielt, und ich vermute, dass die von Frank beobachteten Formen auf gleiche Weise durch jene Kristallisation aus Wassertröpfchen entstanden sind, welche ich oben beschrieben habe.

Reaktionen der Coffeinsublimate:

1. Goldchlorid-HCl. Durchstreicht man ein Sublimat mit einem in 25% Salzsäure getauchten Glasstäbchen und fügt dann ein Tröpfchen Goldchlorid (ca. 3%) zu, so kann man fast augenblicklich schon von Auge die Kristallisation des chlorwasserstoffsauren Golddoppelsalzes des Coffeins beobachten, welches unter dem Mikroskop lange, gelbliche, meist büschelförmig beisammen liegende Nadeln bildet. — Die Reaktion wird auch mit Theobromin erhalten und wurde zum histochemischen Nachweis der Xanthinbasen von Molisch (L 36) eingeführt.

Behrens gibt zum Nachweis des Coffeins folgende 2 mikrochemische Reaktionen an, welche auch mit Sublimaten schön erhalten wurden.

2. Mercurichlorid. Das Sublimat wurde in einem kleinen Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure (ca. 0,5%) gelöst, dann an den Rand des Tropfens mittelst der Platinnadel eine Spur reines Quecksilberchlorid gebracht. Fast augenblicklich schossen die langen, farblosen und stark lichtbrechenden Nadeln von Coffeinchloromercurat an, meist als strahlige Sphäroide.

3. Silbernitrat. Das Sublimat wurde in einem kleinen Tröpfchen stark verdünnter Salpetersäure gelöst, mit der Platinnadel etwas gepulvertes Silbernitrat in den Rand des Tröpfchens eingeführt. Es entstanden rasch, zunächst in der Randpartie, bald aber auch im Innern des Tröpfchens, graue, wollige oder moosartige Klümpchen dünner Kristallfäden, welche für Coffein-Silbernitrat charakteristisch sind (vgl. Behrens).

Theobromin.

F 329—330.

Die Sublimationsversuche wurden mit einem reinen Theobromin aus der Präparatensammlung unseres Institutes bei 8—11 mm Druck ausgeführt.

Bei 125—138° BT und 46—53° IT zeigte sich im Zentrum des Plättchens ein grau-weisser Anflug, der im weiteren Verlauf der Sublimation allmählich dichter wurde und dann beim Betrachten mit der Lupe fein pulverig erschien. Bei 175° BT und 67—78° IT wurde die Sublimation unterbrochen.

Bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung erscheinen die Sublimate pulverig; bei starker Vergrösserung zeigen sie massenhaft kurze Nadeln, die gerade auslöschen und in deren Längsrichtung a liegt. c = a. Die Nadeln sind oft unregelmässig knochenförmig, oft zeigen sie Linsen- bis Rautenformen. Sie sind immer viel kleiner als die Nadeln des Coffeins. Eine Zerteilung an den Enden wurde nicht beobachtet. Ausser den Nadeln sieht man in den Sublimaten häufig punktförmige Gebilde und hie und da auch feine, amorphe Tröpfchen.

In gleicher Weise wie beim Coffein wurden auch mit Theobromin eine Anzahl Sublimationen bei gewöhnlichem Druck ausgeführt. Die erhaltenen Sublimate waren zum Teil fein pulverig, zum Teil zeigten sie bei starker Vergrösserung ebenfalls kleine Nadeln.

Auffallenderweise wurden in vielen Sublimaten, besonders am Rande, zahlreiche viereckige Kriställchen gefunden, welche kurze Rauten darstellen; sie erscheinen hier oft viel zahlreicher als die Nadeln. Das Auflegen eines Deckgläschens auf ein Sublimat bewies, dass es sich bei den rautenförmigen Kristallen nicht etwa um aufrechtstehende Nadeln handelt.

Um zu untersuchen, ob die Rauten vielleicht einem bei höherer Temperatur sublimierenden, wasserfreien Theobromin entsprechen, wurde eine kleine Menge des Körpers im Trockenschranke zwei Stunden lang auf 110° gehalten. Die von diesem Theobromin gewonnenen Sublimate zeigten aber ausser vereinzelten rautenförmigen Kristallen nur Nadeln.

Die Verschiedenheit, welche die Kristalle der Sublimate des Coffeins und Theobromins zeigen, ist umso auffallender, wenn man bedenkt, dass sich diese zwei Körper in ihrer Zusammensetzung nur durch eine Methylgruppe unterscheiden. Coffein bildet lange, dünne Nadeln und sechseckige Plättchen, Theobromin viel kürzere Nadeln und sehr kleine rautenförmige Kriställchen.

Nach Keller (L 27) bildet das Theobromin mikroskopische, rhombische Prismen mit Pyramidenflächen und verflüchtigt sich unzersetzt zwischen 290 und 295°. Die Mikrosublimation des Theobromins bei gewöhnlichem Druck ist zuerst von Wynter Blyth (L 6) ausgeführt worden; er konstatierte bei 134° die erste Trübung eines Sublimats, bei 170° und darüber entstanden Kristalle. Kempf (L 28) hat den Beginn merklicher Sublimation unter 11 mm Druck bei 170° beobachtet. Nach Krafft und Weilandt (L 32) verdampft Theobromin im Vakuum des Kathodenlichtes rapide bei 156°. Während diese Literaturangaben mit meinen Erfahrungen im allgemeinen gut übereinstimmen, gibt Behrens wohl irrtümlich viel höhere Sublimationstemperaturen an. Nach ihm (L 3) sublimiert das Theobromin unzersetzt, wenn es vorsichtig auf 300° erhitzt wird und gibt leicht pulverige Beschläge, welche durch Anhauchen schwer zum Kristallisieren gebracht werden können. — Die Angabe Arthur Michaels (L 35), dass Theobromin unter Zersetzung sublimiere, ist irrig.

Reaktionen der Theobrominsublimate.

Die von Behrens angegebene Reaktion mit Silbernitrat gelingt gut, wenn folgendermassen verfahren wird: Man bringt auf das Sublimat ein kleines Tröpfchen so stark verdünnter Salpetersäure, dass nicht alles Theobromin aufgelöst wird. Wenn dann mit der Platinnadel etwas Silbernitrat an den Rand des Tropfens gebracht wird, so entstehen nach kurzer Zeit Büschel von Stäben und Nadeln, sowie Einzelkristalle von Theobromin-Silbernitrat (Abbildg. bei Behrens). Ist ein Überschuss von Säure vorhanden, so wird die Reaktion unsicher.

Die von Molisch (L 36) angegebene Reaktion mit Goldchlorid-HCl lässt sich an den Sublimaten gut ausführen. Durchstreicht man ein Theobrominsublimat mit einem Tröpfchen konz. Salzsäure und fügt dann ein Tröpfchen Goldchlorid (3%) zu, so erscheint beim Verdampfen des Tropfens das Golddoppelsalz in langen gelben Nadeln, die meist zu Büscheln und strauchartigen Aggregaten verwachsen sind. — Die Reaktion wird ähnlich auch mit Coffein erhalten.

Trennung von Coffein und Theobromin.

Von minimalen Mengen Coffein und Theobromin erhält man charakteristische Sublimate. Man kann die beiden Körper durch Mikrosublimation auch gut nebeneinander nachweisen. Die ziemlich weit auseinanderliegenden Verdampfungs-Temperaturen ermöglichen es, beide Körper durch die Vakuumsublimation zu trennen.

Der Versuch wurde mit einem durch Coffein verunreinigten Theobromin ausgeführt. Mit einer unwägbaren Menge wurden nacheinander eine ganze Reihe von Sublimationsversuchen ausgeführt, indem das Schwefelsäurebad jedesmal bis 125° erwärmt wurde. Zu jedem Versuche wurde natürlich ein neues Plättchen in den Apparat gebracht. Alle diese Sublimate bestanden aus reinem Coffein. Als dann in einem erneuten Versuche bei 125° BT auf dem Plättchen kein Anflug mehr zu sehen war, wurde die Sublimation bis 175° weitergeführt. Das erhaltene Sublimat zeigte im Zentrum noch einige feine, lange Nadeln von Coffein, im übrigen waren über das ganze Präparat die viel kürzeren Nadeln von Theobromin verbreitet. Die in den nachfolgenden Sublimationen erhaltenen Beschläge bestanden aus reinem Theobromin.

Auch durch Sublimation bei gewöhnlichem Druck gelingt es, Coffein und Theobromin von einander zu trennen, wenn auch viel weniger vollständig, da man die Temperaturen nicht so gut regulieren kann. Wenn man die Glasplättchen, auf welchen sich die Sublimate niederschlagen, in kurzen Zeitintervallen wechselt, so erhält man zuerst Sublimate von reinem Coffein, dann Gemenge beider und endlich Beschläge von reinem Theobromin.

Cinchonin.

F 255,4.

Die Versuche wurden mit einem Präparat aus der Sammlung unseres Institutes vom Schmelzpunkt 251 bei 8—11 mm Druck ausgeführt.

Bei den vielen Versuchen, welche ich mit diesem Alkaloid ausgeführt habe, musste ich regelmässig erfahren, dass das erste Sublimat recht schwierig wahrgenommen wird. Es konnte hier nicht,

wie bei so vielen anderen Alkaloiden, ein homogener Anhauch beobachtet werden, sondern es entstand ein sehr feinpulveriger Beschlag, der sich über das ganze Plättchen verteilte. Die niederste Temperatur, bei welcher die Entstehung eines Sublimates beobachtet wurde, war 134° BT und zirka 53° IT; deutlich konnte aber in allen Versuchen bei 155° BT und 64—68° IT ein pulveriger Beschlag mit Hilfe der Lupe auf dem Plättchen wahrgenommen werden. Im weiteren Verlauf der Sublimation und beim Erhitzen des Schwefelsäurebades bis 200° wurde der Beschlag dichter, war aber immer noch so fein, dass er nur mit der Lupe deutlich gesehen werden konnte. Bei 175° wurde die Sublimation gewöhnlich unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 27° auf 175° betrug 18 Minuten. Die im Näpfchen verbleibende, nicht sublimierte Substanz war ungeschmolzen. Von einer unwägbaren Menge Cinchonin konnte eine grosse Zahl von Sublimaten erhalten werden.

Unter dem Mikroskop zeigten die Sublimate bei stärkerer Vergrösserung Kristalle von mannigfaltigstem Habitus; ausserdem wurden manchmal feine, amorphe Tröpfchen beobachtet. Hie und da bestanden die Sublimate nur aus Einzelkristallen, welche kleine, rechtwinklige Prismen darstellen. Sie löschen gerade aus. $c = \mathfrak{a}$. Seltener erschienen in den Sublimaten auch kurze, sechsseitige Täfelchen. Die Einzelkristalle zeigen dieselben Formen, wie sie Behrens aus einer Cinchoninlösung durch Fällung mit Natriumbikarbonat erhalten hat (vergl. die Abbildung im 3. Heft der „Mikrochemischen Analyse"). Sehr oft bilden die Kristalle in den Sublimaten Aggregate von mannigfaltigsten Formen. Als die hauptsächlichsten Typen erscheinen mir folgende:

1. Die Prismen bilden sternförmige oder x-förmige Zusammenlagerungen, oder an das Ende eines längeren Prismas setzen sich kürzere spreizend an, so dass Y ähnliche Gebilde entstehen. — Am auffallendsten sind aber die folgenden Formen, bei denen sich die Einzelkristalle zu gekrümmten Aggregaten zusammenlegen.

2. Wenige Prismen bilden ein hackenförmiges Gebilde, oder es entstehen durch Zusammensetzung zweier solcher Aggregate S-Formen, an deren gekrümmten Enden die Prismen oft von einander abstehen, so dass sie eingerollten Federn gleichen.

3. Es legen sich die Prismen zu geschlossenen, ringförmigen, oft fast quadratischen oder polyedrischen Formen zusammen, von welchen einzelne Prismen tangentenförmig abstehen. Diese geschlossenen Formen können sehr auffallend sein; es kommen zierliche Kristallkränzchen zustande oder, wenn das Lumen sehr klein wird, schnurknopfähnliche Gebilde.

4. Am merkwürdigsten und zierlichsten sind jene Formen, wo eine Anzahl oft langer Nadeln sich krummlinig zusammenlegen und am einen Ende spitz und spreizend auslaufen, während das andere Ende mit einem Schopfe oder einem Kränzchen feiner kürzerer Nadeln und Prismen besetzt ist. Man wird ganz unwillkürlich darauf geführt, solche Formen mit den Spermatozoiden oder Schwärmsporen mancher Kryptogamen zu vergleichen; die langen, gekrümmten und spitz zulaufenden Nadeln entsprechen den Cilien.

Ich habe eine grosse Menge von Sublimaten machen müssen, um einigermassen eine Übersicht zu gewinnen über all' diese reichen Formen, deren Mannigfaltigkeit jeder Beschreibnng spottet. Sie können so verschieden sein, dass man kaum daran denkt, dass es sich um Sublimate desselben Körpers handelt. Oft herrscht die eine Form in einem Sublimat vor; in anderen Fällen wiederum erscheinen in den Beschlägen fast alle beschriebenen Formen. Einen Zusammenhang in der Entstehung der einzelnen Bildungen mit der Dauer der Sublimation oder der Temperatur ist nicht nachzuweisen gewesen. Ebenso konnten im konvergenten Licht wegen der Feinheit der Kristalle keine Bestimmungen gemacht werden. Fast alle beschriebenen Formen, besonders aber die zuletzt erwähnten, sind für das Alkaloid charakteristisch und treten fast in allen Sublimaten auf. Auf Fig. 7 der Tafel sind einige der oben beschriebenen interessanten Formen 2, 3 und 4 wiedergegeben.

Nach Waddington (L 67), welchem wir die erste Mitteilung über die Mikrosublimation des Cinchonins verdanken, sublimiert der Körper in vollkommenen Kristallen; leider werden dieselben von Waddington nicht näher beschrieben. Nach Schabus (L 49) kristallisiert Cinchonin aus Alkohol in monoklinen, nach Schwabe (L 52) in rhombischen Prismen; nach Täuber (L 61) bildet es monokline Tafeln und Säulen. Die Cinchoninkristalle der Sublimate sind nach Bourgeois (L 8) identisch mit den auf nassem Wege erhaltenen. Nach Hlasiwecz (L 25) sublimiert Cinchonin zum Teil unzersetzt als feine Kristallwolle, beim Sublimieren im H- oder NH_3-Strom entstehen lange, glänzende Prismen. Nach Behrens (L 3) bildet Cinchonin pulverige Beschläge. — Die auch in der neuesten Alkaloid-Literatur noch weit verbreitete Angabe, dass Cinchonin bei 220° zu sublimieren „beginne“, ist unrichtig; wie oben angegeben, habe ich schon bei viel tieferen Temperaturen Sublimate erhalten; von einem „Beginne“ der Sublimation kann aber überhaupt nicht gesprochen werden.

Reaktionen (nach Behrens).

1. Cinchonin zeichnet sich vor anderen Chinabasen durch Kristallisationsfähigkeit aus, wenn Natriumbikarbonat als Fällungsmittel angewandt wird. — Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure gelöst, über kleiner Flamme zur Trockene verdampft, der Rückstand durch einen grösseren Wassertropfen aufgenommen, etwas Natriumbikarbonat zugegeben und nun erwärmt. Nach einiger Zeit schieden sich sehr kleine, rechtwinklige Prismen, vereinzelt auch sechsseitige Täfelchen aus.

2. Ferrocyankalium. Die von Behrens beschriebene Reaktion konnte auch in wiederholten Versuchen und trotz mehrmaligem Umkristallisieren nicht erhalten werden; übrigens bemerkt auch Behrens, dass sie nicht ganz zuverlässig ist.

3. Ferricyankalium gibt nach Grutterink (L 18) leicht eine kristallinische Fällung, was ich bestätigen kann. — Ein Cinchonin-Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure gelöst und etwas Ferricyankalium zugegeben: wenn nun nach 1—2 Minuten mit der Platinnadel ein kräftiger Strich durch den Tropfen geführt wurde, so entstanden rasch sternförmige Aggregate derber gelber Prismen mit rechtwinklig basaler Abgrenzung.

Solanin.

F 244.

Das zu den Versuchen benützte und von E. Merck bezogene Solanin puriss. krist. (frei von Solanidin und amorphen Basen) stellt ein feinkristallinisches Pulver dar. Die Sublimationen wurden bei 8—12 mm Druck ausgeführt.

Bei 168—184° BT und 67—92° IT konnten mit der Lupe in der Mitte des Plättchens zarte, weisse, oft gebogene Kristallnädelchen wahrgenommen werden. Von einem homogenen Anhauch war nichts zu sehen. Die Kriställchen wuchsen und vermehrten sich und waren allmählich auch von blossem Auge wahrnehmbar. Bei 200° BT und 80—108° IT wurde der Versuch unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 25 auf 200° betrug 24 Minuten.

Im Apparat verblieb nach dem Sublimationsversuch meist noch eine kleine Menge des ungeschmolzenen Körpers. Wenn mit diesem Rückstand weitere Versuche ausgeführt wurden, so konnten folgende Fälle eintreten:

1. Es wurde nochmals bei den gleichen Temperaturen wie oben ein Sublimat aus Kristallnädelchen erhalten oder

2. Es entstand beim Erhitzen bis 200° kein Sublimat mehr; wenn aber noch höher erhitzt wurde, so erschien in einzelnen Fällen bei ca. 220° BT noch einmal ein Sublimat, welches in bezug auf Form und chemisches Verhalten mit dem zuerst erhaltenen identisch war.

3. Nach einer grösseren oder kleineren Zahl von Sublimationsversuchen hinterblieb aber in allen Fällen im Näpfchen ein weisser Rückstand, der beim Erwärmen bis 240° kein Sublimat mehr gab und vorläufig nicht genauer untersucht werden konnte.

Die erhaltenen Solaninsublimate zeigten alle ein durchaus einheitliches Aussehen. Sie bestehen unter dem Mikroskop aus feinen langen Nadeln, die fast stets hackenförmig oder S-förmig gekrümmt sind und gerade auslöschen. c = a. Die Nadeln erscheinen nur selten vereinzelt; meist sind sie zu Büscheln oder Garben zusammengelagert. Zwischen den Kristallen zeigen sich vereinzelt bis sehr zahlreich amorphe Tröpfchen, die aber von Auge nicht wahrgenommen werden. Die Sublimate des Solanins erscheinen durch ihre Kristallbildungen ausserordentlich charakteristisch (vergl. Fig. 18 der Tafel).

Helwig (L 23) hat zuerst die Mikrosublimation des Solanins versucht. Er erhitzte den Körper bis zum Braunwerden oder Schmelzen und erhielt charakteristische Sublimate aus feinen, regelmässig nebeneinanderliegenden Nadeln. Die Photographie in Helwigs Buch: „Das Mikroskop in der Toxikologie" (L 24, Tafel XIV) zeigt, dass es sich um die gleichen Formen handelt, die ich in meinen Sublimaten beobachtet habe.

Mikrochemische Reaktionen des Solanins sind nicht bekannt. Die Farbreaktionen werden meist auch von Solanidin erhalten. Die beste ist nach Gadamer diejenige mit

Selenschwefelsäure (8 cm^3 H_2O, 6 cm^3 konz. H_2SO_4, 0,3 g Selensaures Natrium). Die Nädelchen eines Solaninsublimates wurden in einem Tröpfchen des Reagens gelöst und das Plättchen über einer kleinen Flamme schwach erwärmt; beim Erkalten- und Stehenlassen entstand eine schöne rote Färbung.

Meckes Reagens färbt zuerst bräunlich-gelb (wie konz. H_2SO_4). Auf Zusatz einer Spur H_2O entsteht vorübergehend eine schön himbeerrote Farbe.

Bei dem Mangel an charakteristischen Reaktionen dürfte die Sublimationsprobe zur Identifizierung der Solanins in der Analyse gute Dienste leisten.

Cantharidin.

F 218.

Cantharidin ist kein Alkaloid, sondern wahrscheinlich eine Lactoncarbonsäure. Der Körper wurde in diese Sublimationsversuche, welche sich sonst auf Alkaloide beschränken, mit einbezogen, weil derselbe toxikologisch einiges Interesse besitzt und bei dem Mangel an chemischen Reaktionen der Nachweis durch Sublimation von besonderer Bedeutung sein dürfte.

Ich verwandte zu den Versuchen ein von Gehe & Co. bezogenes reines Cantharidin und sublimierte bei 8—13 mm Druck. Schon bei 98—110 BT und 38—48° IT erschienen auf dem Plättchen kleine glänzende Kriställchen. Dieselben vermehrten und vergrösserten sich rasch im weiteren Verlaufe der Sublimation. Bei 140° BT und 52—55° IT wurden die Versuche unterbrochen.

Die Sublimate bestehen aus zahlreichen glänzenden Kriställchen, die im Zentrum des Plättchens dicht beisammen liegen. Unter dem

Mikroskop (vergl. Fig. 3 der Tafel) erschienen sie prachtvoll ausgebildet. Es konnten gute Axenbilder erhalten werden. Die Kristalle sind rhombische Prismen mit teils basaler, teils pyramidaler Endabgrenzung. Die optische Axenebene liegt parallel (001) und c ist erste Bisektrix. c = c. Die Kristalle sind daher optisch (+). Auch skelettartige Bildungen, z. B. Briefcouvertformen kommen vor. — Geringste Spuren von Cantharidin gaben Sublimate mit prachtvoll ausgebildeten Kristallen.

Die leichte Sublimierbarkeit des Cantharidins ist schon lange bekannt. Nach Guy (L 20) sublimiert der Körper, ohne zu schmelzen, bei zirka 212° F = 100° C; nach Wynter Blyth (L 6) schon unter 100°. Beide Angaben stimmen gut mit meinen Resultaten überein. Im Gegensatz zu denselben berichtet Dragendorff (L 12), dass Cantharidin an sich wenig flüchtig sei und in beträchtlicher Menge erst bei etwa 180° sublimiere. Endlich hat sich sogar bis in die neuesten Lehr- und Handbücher der chemischen Toxikologie die falsche Angabe verirrt, dass Cantharidin erst über dem Schmelzpunkt (218°) sublimiere.

Da chemische Reaktionen des Cantharidins nicht bekannt sind, so dürfte die Sublimationsprobe bei der grossen Kristallisationsfähigkeit dieses Körpers wohl zur Identifizierung desselben herangezogen werden.

Strychnin.

F 265—266.

Die Sublimationsversuche wurden mit einem von Merck bezogenen Strychnin pur. cryst. bei 7,5—9 mm Druck ausgeführt. Bei 160—175° BT und 66—78° IT wurde auf dem Plättchen der erste Anflug eines Sublimates beobachtet, und zwar erschienen entweder nur Kriställchen oder es zeigte sich ein schwacher homogener Anhauch aus mikroskopisch feinen Tröpfchen und kleine, weisse, in anflugfreien Höfen liegende Kriställchen. Diese wuchsen im weiteren Verlauf der Sublimation rasch und gleichzeitig vergrösserten sich die Höfe, was mit der Lupe deutlich verfolgt werden konnte. Da zudem immer neue Höfe mit Kriställchen entstanden, so verschwand der homogene Anhauch mehr und mehr. Bei 190—200° war meist nichts mehr von ihm vorhanden. Bei 200° BT und 78—99° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die Dauer des Erhitzens von 20—200° betrug im Mittel 19 Minuten. Im Näpfchen des Apparates verblieb nach Beendigung des Versuches meist noch etwas unveränderte und ungeschmolzene Substanz. Das Plättchen erschien übersät mit feinen, weissen Kriställchen. Hie und da waren noch Reste des zuerst entstandenen homogenen Anhauchs vorhanden. Sie

bestanden unter dem Mikroskop aus feinen, amorphen Tröpfchen, die beim Aufbewahren meist sehr bald fein kristallinisch wurden; nur die allerfeinsten Tröpfchen am Rande blieben unverändert. — Die Kristalle der Strychninsublimate zeigen einen recht verschiedenartigen Habitus:

Kristallindividuen kommen verhältnismässig selten vor. Es sind entweder längere, glasklare Prismen mit pyramidaler Endabgrenzung oder kürzere, flächenreiche Kristalle, die im polarisierten Licht diamantartig aufleuchten. Sie löschen gerade aus und sind rhombisch. Die Axe der kleinsten Elastizität liegt in der Längsrichtung. $c = c$. Im allgemeinen sind die Prismen viel kleiner und zarter und weniger gut ausgebildet als diejenigen des Morphins. In einigen Sublimaten fanden sich auch kleine, viereckige Kristallskelette.

Die Strychninkristalle können in den Sublimaten in ausserordentlich mannigfaltiger Weise zusammengelagert sein, und das Aussehen dieser Aggregate bestimmt mehr als die Einzelkristalle den Charakter des mikroskopischen Bildes der Sublimate.

1. Als die einfachsten Formen erscheinen die, in denen eine Anzahl gut ausgebildeter Prismen zu derben, stark lichtbrechenden Aggregaten verwachsen sind. Diese bilden dicke, bleibaumähnliche Massen oder auch feinere gekrümmte Gebilde. Einzelne Sublimate bestanden fast nur aus solchen Aggregaten. Viel häufiger aber sind im allgemeinen die folgenden Formen:

2. Dichte, meist unregelmässig verzweigte, moosartige Kristallkrusten, welche oft grössere Flächen der Sublimate einnehmen (vergl. Fig. 19 der Tafel). Sie bestehen aus sehr kleinen Kriställchen. Manchmal stehen die Krusten noch in Verbindung mit Partien feiner, amorpher Tröpfchen und lassen deutlich erkennen, dass sie selbst aus solchen entstanden sind. Man sieht hier Übergangsstadien, welche noch nicht aus kompakten Kristallkrusten bestehen, sondern die eine Struktur aus lauter dicht beisammenliegenden kristallinisch gewordenen Tröpfchen zeigen. Die Ränder dieser Aggregate sind entweder mit kurzen, spitzen Kriställchen oder auch mit langen Prismen besetzt, welche pyramidale Endabgrenzung zeigen. Sehr häufig ragen am Rande der Krusten auch gekrümmte, hackenförmige Bildungen hervor, welche Aggregate kleiner Prismen darstellen. Diese Gebilde sind recht charakteristisch. Sie unterscheiden diese krustenförmigen Aggregate des Strychnins von ähnlichen Formationen, die in Sublimaten des Morphins vorkommen und dort als flechtenartige Aggregate beschrieben werden; diese bestehen meist aus grösseren Kriställchen und die Ränder sind dicht besetzt mit grossen Prismen, nie mit solchen hakenförmigen Gebilden.

3. Knäuelförmige Aggregate (vergl. Fig. 19). Sie unterscheiden sich von den unter 2 beschriebenen Formen hauptsächlich dadurch, dass viel weniger winzige Kriställchen zu einem Knäuel vereinigt sind. Sehr häufig sind ein oder wenige Prismen viel grösser als die anderen und ragen unregelmässig aus dem Knäuel hervor. Es können aus diesem auch, wie oben unter 2, hackenförmige Aggregate hervortreten. Die Formen sind oft merkwürdig gewunden und verschroben. Manchmal sitzt am Ende eines grösseren Prismas ein verhältnismässig kleiner Knäuel, oder ein Kränzchen oder auch nur eine einfache Reihe winziger Kriställchen; oft ragen zahlreiche längere Prismen strahlig aus dem Knäuel hervor oder legen sich krallenförmig um denselben herum.

4. Strahlige Aggregate. Der Knäuel reduziert sich auf ganz wenige Kriställchen oder auf einen Punkt, von dem aus radiale Strahlen verlaufen. Meist sind diese alle in gleichem Sinne umgebogen und stellen Aggregate kleinerer Prismen dar. Sie zeigen einen Mittelnerv, der stärker hervortritt und an welchen sich beidseitig Prismen angesetzt haben. Die konvexe Seite erscheint durch Anlagerung kleiner, flächenreicher Kriställchen meist knorrig, die konkave Seite ist schneideartig, zeigt grössere ebene Begrenzungsflächen, oft auch treppenförmige Absätze.

Es ist nicht möglich die ganze Mannigfaltigkeit der auftretenden Formen im Einzelnen zu beschreiben. Ich möchte die oben genannten als charakteristische Haupttypen ansehen. In Wirklichkeit finden sich alle Übergänge von den einen zu den andern. Manchmal treten in ein und demselben Sublimat fast alle beschriebenen Formen auf, in anderen Fällen herrscht eine Form bei weitem vor.

Speziell erwähnen muss ich noch merkwürdige Kristallbildungen, die nur ganz ausnahmsweise in den Sublimaten auftraten und sich durch ihre Schönheit und Zierlichkeit auszeichnen. In einigen Fällen konnte während der Sublimation beobachtet werden, wie ganz plötzlich von einem Punkt aus auf dem Plättchen eine reiche Kristallisation sich verbreitete, entweder strahlig nach allen Richtungen verlaufend, oder unregelmässige, geschnörkelte Formen bildend. Unter dem Mikroskop bieten diese Kristallisationen ein prachtvolles Bild. Sie bestehen aus zarten, skelettartigen Kristalleisten, deren Ränder fein gesägt sind. Sie verzweigen sich reichlich und an die Zweige setzen sich rechtwinklig wieder neue, unter sich parallele, kürzere Leisten an. Die Enden sind oft etwas verbreitert und pyramidal abgegrenzt. Manche Formen erinnern an fiederteilige Farnblätter. Die Leisten zeigen oft einen ähnlichen Bau wie die unter 4 beschriebenen Strahlen. Ich fasse diese Kristallisationen als skelettartige Bildungen

auf. Bei der Schnelligkeit, mit der sie wuchsen, konnten sich keine guten Kristallflächen ausbilden. Die Entstehung dieser Formen erscheint sehr zufällig.

So mannigfaltig nun auch die Bilder sind, welche die Strychninsublimate darbieten, so glaube ich doch, die oben beschriebenen und auf Fig. 19 der Tafel abgebildeten Formen als charakteristisch ansprechen zu dürfen. Allerdings wird man, um dies zu bestätigen, schon eine grosse Anzahl von Sublimaten studieren müssen, da das Charakteristische an den Kristallbildern nicht so einfach und in die Augen springend ist, wie bei vielen anderen Alkaloiden; mit einiger Übung kommt man aber auch hier dazu, aus der Form der Sublimate auf die Gegenwart von Strychnin zu schliessen. Natürlich muss der Nachweis desselben durch mikrochemische Reaktionen unterstützt werden. Die Empfindlichkeit der Sublimationsmethode lässt nichts zu wünschen übrig; ich habe von $^1/_{20}$ ja $^1/_{100}$ mg Strychnin noch charakteristische Sublimate mit schönen Kristallen erhalten.

In der Literatur finden sich über die Sublimation des Strychnins schon zahlreiche Angaben. Helwig (L 23) erhitzte den Körper bis zum Schmelzen und erhielt dann dichte, weisse Anflüge, die unter dem Mikroskop aus zahllosen runden Körperchen bestanden, aber keine Spur von Kristallen zeigten. Hingegen gelang es Guy (L 19 und 20) von Strychnin bereits charakteristische, kristallinische Sublimate zu erhalten. Auch Waddington (L 67) berichtet von Sublimaten mit vollkommenen und typischen Kristallen, ohne sie näher zu beschreiben. Nach Wynter Blyth (L 6) sublimiert Strychnin unter gewöhnlichem Druck bei 169°, was mit meinen Angaben sehr gut übereinstimmt. Behrens (L 3) erhielt von Strychnin nur pulverige Beschläge, welche durch Ammoniak zum Kristallisieren gebracht werden können.

Reaktionen der Strychninsublimate.

Fällungsreaktionen nach Behrens.

1. Platinchlorid bewirkte in einem Sublimat, das durch ein Tröpfchen verdünnter Salzsäure gelöst wurde, viele Sterne und rechteckige bis quadratische Plättchen von Strychninchloroplatinat.

2. Mercurichlorid rief in der Lösung eines Strychninsublimates in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure sehr rasch eine Kristallisation langer, farbloser Nadeln von Strychninchloromercurat hervor, die oft zu Fächern und Sternen verwachsen sind.

3. Kaliumbichromat ergab in einer schwefelsauren Strychninlösung dünne, hellgelbe Plättchen von Strychninbichromat. Die Reaktion ist aber wenig zuverlässig und gelang nicht jedesmal.

4. Ferrocyankalium erzeugte einen starken kristallinischen Niederschlag von Täfelchen und Prismen, die oft unter einem Winkel zu Zweien verwachsen sind oder auch sternförmige Aggregate bilden (vergl. Abbildg. bei Behrens).

Von diesen Reaktionen konnten 1 und 2 auf demselben Sublimat sehr schön zur Ausführung gebracht werden.

Farbreaktionen.

1. Bichromat-Schwefelsäurereaktion. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen konz. Schwefelsäure gelöst und ein kleines Kriställchen Kaliumbichromat im Tröpfchen herumgeführt. Es entstanden die bekannten blau-violetten Striemen, die bald in Johannisbeerrot übergehen.

Noch schöner wird die Reaktion erhalten, wenn man auf das Sublimat ein Tröpfchen Kaliumbichromatlösung bringt, eine Minute einwirken lässt, dann die Flüssigkeit mit etwas Filtrierpapier absaugt und nun ein Tröpfchen konzentrierte Schwefelsäure auf das Sublimat bringt. Es färbt sich dann jedes einzelne Strychninkriställchen.

2. Mandelins Reagens (0,5 g Vanadinsäure in 100 cm³ H_2SO_4). Ein Tröpfchen auf das Sublimat gebracht, erzeugt eine blauviolette Färbung, die bald in Rot übergeht. Die Reaktion wird mit den kleinsten Sublimaten erhalten und die Färbung ist noch intensiver als mit Kaliumbichromat.

Morphin.

F 243—244.

Die Versuche wurden mit Morphin pur. cryst. Merck bei 6—12 mm Druck ausgeführt.

Das Morphin verhielt sich bei der Sublimation insofern abweichend von den meisten anderen Körpern, als hier die Temperaturen, bei welchen das erste Sublimat beobachtet wurde, ziemlich stark voneinander differierten. Bei fast allen anderen untersuchten Körpern lagen die Temperaturgrenzen, innerhalb welcher die Entstehung eines Sublimates konstatiert wurde, nicht mehr als 20° auseinander, hier fast das Doppelte, trotzdem ich die gleiche Methode des Sublimierens anwandte. Das erste Sublimat auf dem Plättchen wurde bei 150—187° BT und 61—87° IT beobachtet; am häufigsten erfolgte die Konstatierung des ersten Sublimates bei ca. 170° BT.

Auch das Aussehen dieses ersten Sublimates konnte recht verschieden sein:

1. Es entstanden sofort nur Kristalle, oder

2. es bildete sich ein bläulich-weisser, ringförmiger Anhauch und in dem von ihm umschlossenen Raum Kristalle, die zu dem Anhauch keine Beziehungen erkennen liessen, oder

3. es erschien auf dem Plättchen ein völlig homogener Anhauch aus mikroskopisch kleinen Tröpfchen.

Im weiteren Verlauf der Sublimation bei gleichzeitiger regelmässiger Temperaturerhöhung wuchsen und vermehrten sich die Kristalle, die im ersten und zweiten Fall entstanden waren; auch der ringförmige Anhauch konnte sich noch eine Zeitlang verdichten und gegen den Rand hin verbreiten, nahm dann aber später wieder

ab, um zuletzt bei ca. 200° BT nur noch Reste zurückzulassen oder ganz zu verschwinden.

Wenn das erste Sublimat nach Fall 3 aus einem homogenen Anhauch im Zentrum des Plättchens bestand, so wurde dieser im weiteren Verlauf der Sublimation zunächst dichter und verbreitete sich gegen den Rand. Später entstanden im Anhauch meist Kristallisationen in 2 Formen:

a) Es erschienen anflugfreie Stellen, „Höfe", und in diesen, durch die Lupe sichtbar, glänzende, gut ausgebildete Kriställchen, einzeln oder in kleinen Gruppen.

b) Es entstanden zunächst ohne Hofbildung weisse, dichte Stellen, die kristallinisch waren. Später bildeten sie dann oft zerfaserte Ränder und grenzten sich ebenfalls durch einen Sublimatfreien Hof vom homogenen Anhauch ab.

In beiden Fällen konnte bei reichlichem Wachstum der Kristalle die Hofbildung so stark werden, dass auf dem Plättchen nur noch Reste des Anhauchs verblieben, oder dass derselbe völlig verschwand. Bei 200° BT und 73—108° IT wurden die Sublimationen unterbrochen.

Die mikroskopische Untersuchung der Sublimate ergab folgendes:

Bei schwacher Vergrösserung (33 fach) zeigen die Sublimate prismatische Einzelkristalle und äusserst mannigfaltige Formen von Aggregaten. Unter diesen fallen besonders grössere kristallinische Komplexe auf, welche entweder zart, eisblumenartig oder dicht und dann oft flechtenartig verzweigt sind. Die Einzelkristalle sind glasklar durchsichtig, während die Aggregate, je nach der Dichte ihrer Zusammenlagerung und nach der Blendenöffnung des Mikroskopes, schwach bräunlich, grau bis schwarz erscheinen. War in den Sublimaten noch ein bläulichweisser, homogener Anhauch vorhanden, so bestand derselbe unter dem Mikroskop aus klar durchsichtigen, amorphen Tröpfchen, die oft etwas zerflossen erschienen. Diese Tröpfchen verblieben beim Aufbewahren der Beschläge entweder nach mehreren Monaten noch amorph, oder es wurden einzelne Partien des Tröpfchenfeldes fein kristallinisch. Das Aussäen von Morphinkriställchen in eine Zone amorpher Tröpfchen bewirkte keine Kristallisation. Dieses merkwürdige Verhalten, welches im Gegensatz steht zu den Erscheinungen raschen Kristallisierens, die man sonst beim Impfen unterkühlter Schmelzen beobachten kann, erklärt sich dadurch, dass die Tröpfchen der Sublimate nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur nicht mehr flüssig sind, sondern viskose bis harte, glasartige Massen

darstellen. Dies konnte beim Durchstreichen der Tröpfchen mit einer Nadel leicht konstatiert werden; die tröpfchenförmigen Gebilde liessen sich pulverig abkratzen. Im Anschluss an diese Beobachtungen will ich darauf hinweisen, dass bereits Tammann (L 59) gefunden hat, dass geschmolzenes Morphin bei raschem Abkühlen als braunes Glas erhalten wird, welches im Laufe eines Monats entglast (kristallinisch wird).

Bei stärkerer Vergrösserung (180fach) konnte ich in den Morphinsublimaten folgende Kristallbildungen unterscheiden:

I. Glasklare, prismatische Einzelkristalle mit meist sehr gut ausgebildeten Flächen (vergl. Fig. 16 der Tafel). Sie zeigen den gleichen Habitus wie die Prismen, welche man aus einer alkoholischen Morphinlösung erhält, sind teils rechtwinklig basal abgegrenzt, teils schief. Sie löschen durchweg gerade aus und geben schöne zweiaxige Axenbilder. Die optische Axenebene liegt in der prismatischen Zone. c = c. Die Kristalle sind rhombisch. Hie und da erscheinen auch skelettartige Bildungen, z. B. Briefkuvertformen.

II. Aggregate.

1. Einen eigentümlichen Übergang von Kristallindividuen zu Aggregaten bilden jene merkwürdigen Formen, welche auf Fig. 16 der Tafel dargestellt sind, die in vielen Sublimaten auftraten. Es sind rundliche, kristallinische Gebilde, welche anscheinend durch rasche Kristallisation aus Tropfen entstanden sind. Im Innern zeigen sie scharfe, gerade verlaufende Risse, meistens zwei Systeme, welche man als Abgrenzungslinien einzelner Kriställchen betrachten möchte, jedoch scheint das ganze Gebilde zwischen gekreuzten Nicols oft doch aus einem Individuum zu bestehen, denn es zeigt einheitliche Interferenzfarben. In anderen Fällen aber zeigten diese Gebilde eine optisch verschiedene Orientierung; die Auslöschung war in den einzelnen Richtungen verschieden, und es erschienen höhere Interferenzfarben, gelb, rot bis blau (I. Ordnung und Anfänge der II.). Es handelt sich also in diesen Fällen doch um ausgesprochene Aggregate. Die Kriställchen können aber derart zusammengelagert sein, dass sie in ihrer Gesamtheit anscheinend einen einzigen grösseren Kristall bilden, an dessen Peripherie sich in manchen Fällen ein Kranz kleiner Prismen ansetzt, wie dies auch bei Gebilden auf Fig. 16 sichtbar ist.

Ähnliche Strukturen wie die soeben beschriebenen findet man auch bei grösseren, ganz unregelmässig begrenzten Aggregaten, welche meist in der Nähe der beschriebenen Formen auftreten.

Als Haupttypen der übrigen Kristallaggregate erscheinen in den Morphinsublimaten die folgenden:

2. Die Prismen liegen mit den Längsseiten aneinander oder stossen mit ihren Enden zusammen. Es entstehen stabförmige, sternförmige, auch S-förmig gekrümmte Aggregate.

3. Von einem Punkt aus verlaufen wie die Speichen eines Schwungrades gekrümmte Strahlen, die aus vielen längeren oder kürzeren Prismen bestehen. Es entstehen so strahlige Aggregate vom Typus, wie sie Fig. 15 der Tafel zeigt.

4. Sehr auffallend und häufig sind grössere, rundliche oder am Rande flechtenartig verzweigte Kristallkomplexe, wie sie Fig. 14 der Tafel wiedergibt. Sie bestehen im Innern aus dichten Zusammenlagerungen kleiner Kriställchen. Hie und da kann man erkennen, dass diese Kristallfelder aus vielen dicht beisammenliegenden Tröpfchen entstanden sind. Mitten in diesen kristallinischen Komplexen findet sich oft ein Hof mit einem grösseren Einzelkristall oder Kristallaggregat (vergl. Fig. 15 der Tafel). Die Randpartien sind meist besetzt mit grösseren, prachtvoll ausgebildeten Prismen, die aus dem Dampfe gewachsen sind.

Von welchen Bedingungen die Entstehung dieser mannigfaltigen Kristallbildungen abhängt, konnte nicht ermittelt werden. — Die beschriebenen Kristallaggregate und die Grösse der Kristallindividuen sind für das Morphinsublimat charakteristisch. Strychnin kristallisiert ebenfalls rhombisch; auf die Unterschiede der beiden Sublimate habe ich S. 337 hingewiesen. – Eine gleich schöne Ausbildung rhombischer Prismen wie beim Morphin wurde nur noch beim Cantharidin und Codein beobachtet. Abgesehen davon, dass Cantharidin schon bei viel niederen Temperaturen sublimiert, bestehen seine Sublimate nur aus prachtvollen Kristallindividuen; Aggregate, wie sie für Morphin beschrieben wurden, kommen nicht vor. Bei der Sublimation des Cantharidins entsteht nie, bei der des Codeins stets zuerst ein dichter homogener Anhauch aus amorphen Tröpfchen. In den Codeinsublimaten finden sich nur einfachste Zusammenlagerungen von unter sich gleich grossen Einzelkristallen, welche sich auch durch ihr optisches Verhalten von den Morphinkristallen unterscheiden.

Von minimalsten Mengen Morphin wurden noch charakteristische Sublimate erhalten; besonders gut ausgebildet zeigten sich in Beschlägen, die von $^1/_{50}$ und $^1/_{100}$ mg des Alkaloids gewonnen worden waren, die oben unter 3 beschriebenen Aggregate mit schönen Randprismen (vergl. Fig. 8).

In der Literatur finden sich über die Sublimierbarkeit des Morphins schon zahlreiche Angaben. Helwig (L 23), der die ersten

Mikrosublimationen ausführte, erhitzte das Alkaloid bis zur gelbbraunen Schmelze und erhielt dann bis zur Verkohlung des Morphins dichte, oft gelblich-grün gefärbte Sublimate, welche unter dem Mikroskop aus runden, scharf konturierten Körnchen bestanden, ohne alle Kristallbildungen. Bessere Erfolge erzielte Guy (L 19 u. 20), trotzdem auch er das Morphin über den Schmelzpunkt erhitzte. Er erhielt, allerdings nur ausnahmsweise, schön kristallinische Sublimate. Waddington (L 67) berichtet von „krummlinigen" Beschlägen und glaubt, dass diese kristallinischen Kurven für Morphin charakteristisch seien. Ich bin mir nicht völlig klar darüber, was Waddington hier im Auge hat, vermute aber, nach reichlicher Erfahrung, die ich selbst gemacht habe, dass seine Glasplättchen, auf welchen er die Sublimate auffing, entweder nicht genügend oder mit zu grobem Tuch gereinigt worden waren, und dass feine Ritzen oder etwa an dem Glase haftende Fettreste die Richtung der Kristallzusammensetzung beeinflusst haben. — Behrens (L 3) erhält von Morphin auffallenderweise nur pulverige Beschläge, welche durch Ammoniak zum Kristallisieren gebracht werden können. – Vergleicht man diese Resultate mit den meinigen, so fällt auf, wie sehr das Aussehen der Morphinsublimate von den Bedingungen abhängt, unter welchen sublimiert wurde. Was insbesondere die Versuche von Behrens anbetrifft, so glaube ich, die Entstehung pulveriger Beschläge darauf zurückführen zu müssen, dass die Sublimation nach seiner Methode viel zu rasch verläuft (vergl. S. 404).

Die Literaturangaben über die Sublimationstemperaturen des Morphins weichen ziemlich voneinander ab. Wynter Blyth (L 6), dessen Angaben auch sonst gut mit meinen Resultaten übereinstimmen, erhielt von Morphin kristallinische Sublimate zwischen 150 und 200°. Guy (L 20) gibt als Sublimationstemperatur 330° F = 165° C an. Kempf (L 28) sublimierte das Morphin unter vermindertem Druck (ca. 1 mm) und erhielt bei 150° einen ersten Anflug und bei fortgesetzter Sublimation prachtvoll ausgebildete Kristalle; bei ca. 220° war die Verdampfung rapide. Nach Krafft und Weilandt (L 32) sublimiert das Morphin im Vakuum des Kathodenlichtes „flott" bei 191—193°.

Reaktionen der Morphinsublimate.

Fällungsreaktionen nach Behrens liessen sich an den Sublimaten sehr schön ausführen:

1. Chloromercurat- und Bromomercuratreaktion. Das Morphinsublimat wurde in einem kleinen Tröpfchen verdünnter Salzsäure gelöst, dann mittelst Platinnadel etwas gepulvertes Mercurichlorid an den Rand des Tröpfchens gebracht. In kürzester Zeit schossen in Garben und Fächern die spiessigen Kristalle

des Chloromercurats an. Auf Zusatz von etwas Bromkalium erschienen massenhaft bräunliche, zierlich verzweigte Rosetten von Bromomercurat (Abbildg. bei Behrens).

2. Tetrajodidreaktion wurde auf folgende Weise sehr glatt erhalten: das Sublimat wurde durch ein Tröpfchen verdünnter Essigsäure gelöst, ein Tröpfchen Jodjodkalium zugegeben (1 J + 1 JK + 50 H_2O). Nach einigen Minuten entstanden aus der Trübung an verschiedenen Stellen grosse, braunrote, charakteristische Kristalle von Morphintetrajodid.

Farbreaktionen. Je ein Tröpfchen des Reagens wurde direkt auf das Sublimat gebracht: es färbten:

1. Fröhdes Reagens: schön violett, allmählich blau, schmutzig grün, gelb, blass-rosa.

2. Marquis Reagens: purpurrot, violett, endlich fast rein blau.

Beide Farbreaktionen konnten gut an einem Sublimat ausgeführt werden, indem die Reagentien an verschiedenen Stellen angewandt wurden.

3. Husemanns Reaktion: Die Hälfte eines mit Sublimat beschlagenen Plättchens wurde in einem kleinen Reagensglas mit 1 cm^3 konz. Schwefelsäure leicht erwärmt. Es trat schwache Rotfärbung ein. Nach dem Erkalten wurde ein Körnchen Salpeter zugegeben, worauf sich die Lösung vorübergehend rotviolett und dann rasch blutrot färbte.

Apomorphin-HCl.

Das reine Apomorphin-HCl aus der Präparatensammlung unseres Institutes stellt kleine grauweisse glänzende Kriställchen dar und verhielt sich bei der Sublimation ähnlich wie Yohimbin, wenn auch die mikroskopische Beschaffenheit der Sublimate eine völlig andere war.

Die Versuche wurden bei 8—9,5 mm Druck ausgeführt. Bei 157—175° BT und 65—86° IT zeigte sich auf dem Plättchen bei Betrachtung mit der Lupe ein schwacher, bläulichweisser Anhauch, der bei fortgesetzter Sublimation nur wenig dichter wurde. Im Zentrum des Plättchens verschwand er meist sehr bald und verblieb nur noch in der Randpartie als schwacher Ring. Bei 190—200° BT konnte dann im Zentrum des Plättchens mit der Lupe deutlich die Entstehung kleiner, als weisse Pünktchen erscheinender Kriställchen beobachtet werden. Bei 210° BT und 96—112° IT wurde die Sublimation unterbrochen.

Die Sublimate zeigten bei Betrachtung auf weisser Unterlage oft einen Stich ins Grünliche. Beim Aufbewahren färbten sie sich bald intensiv grün, infolge einer Zersetzung, welche das Alkaloid unter Einfluss der Luftfeuchtigkeit erleidet.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass der bei der Sublimation zuerst erscheinende Anhauch aus zarten, amorphen Tröpfchen bestand. Die Kriställchen bilden dichte, strahlige Massen, die im polarisierten Licht aufleuchten. Sie sind viel grösser als die kugelförmigen Gebilde des Yohimbinsublimates, mehr flach gedrückt, kuchenförmig und meist von einfachen oder verzweigten radialen

Spalten durchsetzt. Eine kristallographische Bestimmung war nicht möglich. Die Gebilde haften offenbar wenig fest am Plättchen; sie waren an einzelnen Stellen abgefallen und es erschienen dann im Sublimat unregelmässige, rundliche Löcher. Ausgehend von diesen Kristallgebilden, entstehen auch im umliegenden tröpfchenförmigen Sublimat allmählich Kristallisationen. Es bilden sich massenhaft Nädelchen, die oft in konzentrischen Zonen angeordnet sind.

Die eigentümliche, von den übrigen Alkaloiden so abweichende Form der Kristallbildung und die Grünfärbung sind für die Sublimate des Apomorphin—HCl ausserordentlich charakteristisch.

Mikroskopisch verwertbare Fällungsreaktionen für Apomorphin sind nicht bekannt; die Farbreaktionen sind zum Teil die gleichen, wie die des Morphins:

1. Husemanns Reaktion: Auf ein grün gewordenes Sublimat wurde ein Tröpfchen konz. Schwefelsäure gebracht. Das Apomorphin löste sich farblos. Auf Zusatz eines Körnchens Kaliumnitrat entstand rasch eine blutrote, später gelbrote Färbung.

2. Auch wenn auf das Sublimat ein Tröpfchen verdünnter Salpetersäure gebracht wurde, entstand eine blutrote Lösung; wurde in dieselbe ein Kriställchen Silbernitrat eingeführt, so bildete sich ein weisser, käsiger Niederschlag und auf Zusatz von Ammoniak trat Schwärzung ein. Damit ist die Salzsäure im Sublimat nachgewiesen. Ob nun allerdings das Sublimat durchweg aus salzsaurem Apomorphin besteht, oder zum Teil aus der reinen Base, müsste durch eine quantitative Analyse festgestellt werden.

Codein.

F 157.

Die Sublimationen wurden mit Codein pur. crist. Merck bei 8,5—16 mm Druck ausgeführt.

Bei 100—118° BT und 41—50° IT konnte im Zentrum des Plättchens das erste Sublimat beobachtet werden. Es erschien als leichter, bläulichweisser Anhauch und bestand aus mikroskopisch feinen Tröpfchen. Im weiteren Verlauf der Sublimation wurde der Anhauch dichter und verbreitete sich gegen den Rand des Plättchens. Dann erschienen in den mittleren Partien kleine rundliche Höfe, in welchen mit der Lupe glänzende, winzige Kriställchen erkannt wurden. Der Vorgang der Kristallbildung konnte hier prachtvoll verfolgt werden. Gleichzeitig wie die Kriställchen wuchsen, erweiterten sich die Höfe. Im Zentrum des Plättchens verschwand der Anhauch meist vollständig, indem sich viele Höfe vereinigten; die Mitte des Sublimates wurde dann von einer Menge kleiner, weisser Kriställchen eingenommen, die in einem einzigen, grossen Hofe lagen. Die Verdampfung des Codeins erfolgte stets auffallend rasch, und wenn sich keine Substanz mehr im Näpfchen vorfand, begann meist der homogene Anhauch auf dem Plättchen rasch zu verdampfen und verschwand vom Rande her gegen das Zentrum mehr und mehr. Die

Kriställchen des Sublimates erwiesen sich als beständiger und vergrösserten sich gleichmässig, indem sie aus dem Dampfe immer neue Substanzen anlagerten. Bei 175° BT und 75—85° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Es war dann, selbst wenn ziemlich viel Codein zum Versuch verwendet worden war, alles verdampft. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 30—175 betrug 16 Minuten.

Die Sublimate zeigten in der Mitte eine Anzahl feine Kriställchen und einen sie ganz oder teilweise umgebenden matten, homogenen Anhauch, in welchem sich oft noch einzelne kleine Höfe mit Kriställchen vorfanden.

Die Kristalle erwiesen sich bei mikroskopischer Betrachtung als derbe, kurze Prismen mit teils rechtwinkliger, basaler, teils schiefer, domatischer oder prismatischer Abgrenzung. Sind sie dünner, so möchte man die Prismen für tetragonale Tafeln halten; sie sind aber nicht isotrop, daher rhombisch. Im polarisierten Licht leuchten die Kristalle diamantartig auf. Die Prismen zeigen durchweg gerade Auslöschung, parallel der prismatischen Zone, in welcher bei den einen Kristallen $\mathfrak{a}$, bei den anderen $\mathfrak{c}$ liegt. Daher kann eine optisch (—) und eine optisch (+) Modifikation unterschieden werden. Beide Kristallarten liessen sich in allen Sublimaten des Codeins nachweisen.

Neben den Kristallindividuen erschienen in den Sublimaten nur noch einfachste Zusammenlagerungen unter sich ungefähr gleich grosser Prismen. Dieselben liegen meist parallel ihrer Längsrichtung aneinander und bilden treppenförmige Aggregate; weniger häufig sind sie unter einem Winkel verwachsen. Die Aggregate entstehen aus den Tröpfchen, wodurch sich die regelmässige Aneinanderlagerung erklärt. Man kann dies in manchen Sublimaten sehr deutlich konstatieren, wo die Aggregate noch in die Zone der amorphen Tröpfchen hineinragen. Man sieht dort neben amorphen und klar durchsichtigen Tropfen solche, die körnig oder strahlig kristallinisch sind; die weiteren Entwicklungsstadien zeigen kristallinische Tropfen, welche ihre Form verändern, ebene Flächen bilden und schliesslich zu mehr oder weniger klar durchsichtigen Kristallen werden. Im Gegensatz zu den prachtvoll ausgebildeten Kristallindividuen, die sich in Höfen befinden und aus dem Dampfe wachsen, sind die direkt aus den Tröpfchen entstandenen Kristalle der Aggregate viel weniger gut ausgebildet. Natürlich können aber auch diese im weiteren Verlauf der Sublimation durch Zuwachs aus dem Dampfe sich noch bedeutend vervollkommnen.

Die Einzelkristalle haben einen ähnlichen Habitus wie die Kristallindividuen des Morphins, zeigen aber optisch ein ganz verschiedenes Verhalten. Auf sonstige Unterschiede habe ich beim Morphin hingewiesen.

Der homogene Anhauch der Codeinsublimate, welcher die Kristalle umgibt, besteht aus mikroskopisch feinen Tröpfchen, deren Grösse von der Mitte des Plättchens gegen den Rand hin abnimmt. Bei genauer Untersuchung der Tröpfchen zeigten sich oft sehr merkwürdige Erscheinungen. Einzelne Tröpfchen, besonders in den an die Kristalle angrenzenden Partien, waren unter dem Mikroskop bei stärkerer Vergrösserung mit schwach braun-gelber Farbe durchsichtig und zeigten an den Rändern einzelne Körnchen und im Innern hie und da Andeutungen feiner strahliger Linien, die von einem Punkt im Tropfen radiär zur Peripherie verliefen. Im polarisierten Licht erschienen diese Tropfen als strahlige, doppelbrechende Massen, welche konzentrische Zonen erkennen liessen, von denen die einen das Grau, die andern das Gelb I. Ordnung zeigten. Beim Einschieben des Rot I. Ordnung wiesen die Tröpfchen Zonen gelber und blauer Farbe auf, so dass in den stärker doppelbrechenden Zonen in der Richtung der Radien $\mathfrak{c}$ liegt, in den schwächer doppelbrechenden $\mathfrak{a}$. Es liegt hier also der Fall vor, wo an faserigen, doppelbrechenden Massen der optische Charakter der Faserrichtung zonenartig wechselt. Wenn solche kristallinische Tröpfchen gestreckt sind und das Zentrum, um welches sich die Schichten ordnen, ganz an der einen Schmalseite liegt, so erinnert das Gebilde im polarisierten Licht ganz auffallend an die quergestreiften Federn mancher Raubvögel. — Wie nun in einem einzelnen Tröpfchen sich um ein Zentrum solche Zonen verschiedener Kristallisationen bilden, so kann auch in einem grösseren Tröpfchenfelde eine solche Anordnung zustande kommen. Um ein zentrales Tröpfchen oder um einen Kristall herum, zeigen alle Tropfen in einem weiteren oder engeren Umkreise Zonenbildung, und die Zonen des einen Tröpfchens setzen sich in den benachbarten fort, so dass in dem ganzen Felde konzentrische Streifen entstehen. Während also im ersteren Falle das einzelne Tröpfchen den geschilderten gestreiften Bau zeigt, bilden im zweiten Fall eine sehr grosse Anzahl von Tröpfchen ein gleiches System.

Solch schöne zonenartigen Kristallisationen treten aber nicht in den Tröpfchen aller Sublimate auf. Oft sind die Tröpfchen unregelmässig strahlig kristallinisch und die beiden Kristallarten sind nicht in konzentrischen Schichten angeordnet.

Beim Aufbewahren der Sublimate bleibt der Grossteil der Tröpfchen nach mehreren Monaten noch amorph. Beim Durchstreichen mit einer Nadel erweisen sich die Gebilde als hartes Glas.

Die Sublimate des Codeins sind an den Kristallbildungen und deren optischem Verhalten leicht zu erkennen.

Die Mikrosublimation des Codeins ist bisher nicht versucht worden. (Kempf (L 28) sublimierte grössere Mengen im luftverdünnten Raum, bei 1,5 mm Druck und beobachtete den ersten Anhauch eines Sublimates bereits bei 125°, was mit meinen Angaben gut übereinstimmt. Nach Untersuchungen von Krafft & Weilandt (L 32) siedet Codein im Vakuum des Kathodenlichtes schon bei 179°. Daraus erklärt sich, dass auch bei meinen Versuchen die Verdampfung des Körpers eine so rapide war, wenn er bis 175° erhitzt wurde.

Reaktionen der Codeinsublimate.

Fällungsreaktionen nach Behrens.

1. Natriumbikarbonat. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen so stark verdünnter Salzsäure gelöst, dass kein Säureüberschuss vorhanden war, dann etwas Natriumbikarbonat zugesetzt. Nach kurzer Zeit entstanden am Rande des Tropfens dicke, rhombische Prismen von reinem Codein (Abbildg. bei Behrens).

2. Mercurichlorid. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure gelöst, und mit der Platinnadel etwas Mercurichlorid an den Rand des Tropfens gebracht. Es entstand rasch eine reichliche Ausscheidung rhombischer Kristalle und Kristallsterne von Codeinchloromercurat.

Farbreaktionen.

1. Husemanns Reaktion, in gleicher Weise wie beim Morphin angestellt, gelang sehr schön.

2. Fröhdes Reagens. (Molybdänschwefelsäure). Ein Tröpfchen auf das Sublimat gebracht, färbte gelb-grün, allmählich blau.

3. Marquis Reagens (Formaldehydschwefelsäure) färbt sofort blau-violett.

Thebain.

F 193.

Die Versuche wurden bei 8—9,5 mm Druck mit einem reinen Thebain aus der Präparatensammlung unseres Institutes ausgeführt. Bei 111—127° BT und 42—59° IT wurde im Zentrum des Plättchens ein erster Anhauch bemerkbar, der sich rasch ausbreitete und unter dem Mikroskop aus feinen, amorphen Tropfen bestand. Fast gleichzeitig, wenn der Anhauch sichtbar wurde, erschienen in demselben auch schon viele kleine Höfe mit weissen Kriställchen. Besonders reichlich traten sie in den mittleren Teilen des Sublimates auf, verbreiteten sich aber allmählich über das ganze Plättchen. Die Kriställchen sind verhältnismässig gross und von blossem Auge erkennbar. Mit der Lupe kann ihr Wachstum leicht verfolgt werden. Man beobachtet dann, wie sich an die einzelnen Kriställchen seitlich neue ansetzen, so dass anscheinend verzweigte Gebilde entstehen. Der homogene Anhauch verschwindet in dem Masse, wie bei fortgesetzter Sublimation rasch immer neue Höfe mit Kriställchen entstehen und

die einzelnen Höfe sich vergrössern. Bei 160° BT und 68—80° IT wurde die Sublimation unterbrochen. Im Apparat verblieb meist noch ungeschmolzenes nicht sublimiertes Thebain. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 26 auf 160° betrug 12 Minuten.

Unter dem Mikroskop bestanden die Sublimate entweder nur aus feinen, über das Plättchen zerstreuten, weissen Kriställchen, oder es war in den peripheren Teilen des Sublimates noch ein matter Anhauch vorhanden, in welchem vereinzelte Höfe mit Kriställchen erschienen. Oft fanden sich auch noch Reste dieses Anhauches als kleine Inseln zwischen den Kriställchen in der Randpartie des Sublimates.

Bei mikroskopischer Betrachtung fallen in den Sublimaten schon bei schwacher Vergrösserung grössere, oft gekrümmte und verzweigte Kristallgebilde auf, von denen Nadeln wie Dornen abstehen. Sie erscheinen bei schwacher Vergrösserung grau bis schwarz. Ausserdem finden sich kleine, viereckige Einzelkristalle und Nadeln. Da und dort beobachtet man auch Kristallskelette z. B. Briefkuvertformen. Ferner können in den Randpartien der Sublimate noch moosartige oder flechtenartige Kristallaggregate vorkommen. Sie finden sich dort, wo noch ein Anhauch aus feinen, amorphen Tröpfchen vorhanden ist, und sind aus diesem entstanden. An den einen Stellen sind die Tröpfchen bereits im Begriffe, sich zu scharfkantigen und dornigen Kristallen umzuwandeln; an anderen Stellen zeigen sich allmähliche Übergangsstadien von dicht kristallinischen zu vollkommen durchsichtigen amorphen Tröpfchen, die noch an keiner Stelle Anzeichen einer Kristallisation zeigen. Die kristallinisch gewordenen Tröpfchen bestehen bei starker Vergrösserung aus Aggregaten kleiner Nädelchen. Die amorphen Tröpfchen sind sehr beständig und wurden nach Monaten noch unverändert angetroffen.

Bei starker Vergrösserung wurden in den Sublimaten folgende Kristallbildungen beobachtet (vergl. Fig. 20 der Tafel):

Einzelkristalle, als rechtwinklige Täfelchen und Plättchen, Nadeln und kleine Prismen. Letztere zeigen Formen wie die Einzelkristalle des Morphins, sind aber meist kleiner. Die Kristalle sind nirgends isotrop, auch jene Tafeln und Plättchen nicht, welche im Umriss durchaus quadratisch sind. Bei einigen schön ausgebildeten Tafeln wurde ein zweiaxiges Axenbild erhalten. Die optische Axenebene liegt in der prismatischen Zone. c = c. Die Kristalle sind rhombisch. Die Nadeln und Plättchen liegen hie und da sternförmig oder rosettenförmig beisammen; viel häufiger aber sind seitliche Aneinanderlagerungen von Täfelchen. Es entstehen so treppenförmige Aggregate, und an diese setzen sich dann bei den oben genannten

„dornigen“ Gebilden längere Nadeln und Prismen an mit schiefer oder domatischer Endabgrenzung oder auch unregelmässig begrenzte Plättchen. Die Formen sind auf Fig. 20 sehr deutlich zu sehen.

Besonders charakteristisch für das Thebainsublimat erscheinen die quadratischen Täfelchen und die an dornige Zweige erinnernden Kristallaggregate. — Von unwägbaren Mengen Thebain wurden gute Sublimate erhalten.

Nach Waddington (L 67) sublimiert Thebain ebenso leicht wie Morphin und Strychnin und zersetzt sich selbst bei dreistündigem Erhitzen nicht. Wynter Blyth (L 6) erhielt von Thebain bei 135° Sublimate mit Thein-ähnlichen Kriställchen; bei höheren Temperaturen Nadeln, Würfel und Prismen. Merkwürdigerweise beobachtete Kempf (L 28) bei der Vakuumsublimation des Thebains erst bei 160° einen Anflug, und am Lichte färbte sich sein Sublimat hellgrün. Ich kann diese Beobachtung nicht bestätigen. Die Angabe Beilsteins (L 5), dass Thebain nicht sublimierbar sei, ist durch die vorgenannten und durch meine Untersuchungen widerlegt.

Reaktionen der Thebainsublimate.

Fällungsreaktionen nach Behrens.

1. Fällung der reinen Base. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure gelöst und mit der Platinnadel etwas gepulvertes Kaliumhydroxyd an den Rand des Tropfens gebracht. Es entstanden quadratische oder rechteckige Täfelchen von reinem Thebain, die gleichen Formen, wie ich sie in den Sublimaten beobachtet habe.

2. Weinsäure. Es wurde ein kleines Tröpfchen Wasser auf das Sublimat gebracht, ein Überschuss gepulverter Weinsäure zugegeben und das Sublimat durch schwaches Erwärmen gelöst. Es entstanden rasch charakteristische Garben dünner Nadeln von Thebainbitartrat.

Farbreaktionen. Ein Tröpfchen des Reagens wurde direkt auf das Sublimat gebracht:

1. Konzentrierte Schwefelsäure löst mit blutroter Farbe, die in gelbrot übergeht.

2. Selenschwefelsäure löst orangerot; die Farbe verblasst und wird in der Wärme braun.

3. Konzentrierte Salpetersäure löst mit schwach gelber Farbe.

Narkotin.

F 176.

Ich benützte zu den Versuchen von E. Merck bezogenes Narkotin pur. cryst. und sublimierte bei 6—10 mm Druck. Bei 144—156° BT und 58—69° IT wurde im Zentrum des Plättchens ein erster Anhauch als bläulich-weisse Trübung bemerkt. Im weiteren Verlauf der Sublimation wurde derselbe dichter und verbreitete sich über das ganze

Plättchen. Dann konnte mit der Lupe bei scharfer Beobachtung in der Mitte des Sublimates regelmässig das Entstehen einer Anzahl kleiner Höfe beobachtet werden. Diese sind anfangs punktförmig, erweitern sich auch im Verlaufe des Versuches nur wenig, und wenn sie sich vergrössern, so geschieht es nicht gleichmässig nach allen Richtungen, sondern meist nur nach einer Richtung, so dass die Höfe schliesslich als schmale Risse im homogenen Anhauch erscheinen. Gleichzeitig mit dieser Ausbildung der Höfe geht ein entsprechendes Wachstum der in ihnen liegenden, glänzenden Kriställchen vor sich. Diese sind so fein, dass sie nur mit Mühe unter der Lupe als weisse Pünktchen oder zarte Fäden wahrgenommen werden. Bei 205° BT und 95—96° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die im Apparat verbleibende, nicht sublimierte Substanz war dann zu bräunlichen Tropfen geschmolzen.

Bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskop besteht der homogene Anhauch aus einem Felde feiner, amorpher Tröpfchen, welche in den mittleren Teilen des Plättchens am grössten, gegen den Rand hin kleiner sind. Die Höfe liegen fast nur in den mittleren Partien des Anhauchs und zeigen verschiedene Formen. Entweder sind sie klein und rundlich, oder sie verlaufen als breitere Strassen im Tröpfchenfelde, sich manchmal durchkreuzend und hie und da erweiternd. In den rundlichen Höfen liegen Kristallindividuen, die sich bei stärkerer Vergrösserung als Prismen mit rechteckigem bis quadratischem Umriss erweisen (vergl. Fig. 17 der Tafel). Sie zeigen oft Treppenbildungen. Die Kristalle löschen gerade aus. Die optische Axenebene liegt in der prismatischen Zone. $c = \mathfrak{a}$. Die Kristalle geben ein zweiaxiges Axenbild und sind rhombisch. In den langgestreckten Höfen liegen oft ziemlich lange, flache, stabförmige Kristallaggregate. Sie zeigen mehr oder weniger deutlich Querabsonderung oder krumme, querverlaufende Risse. An den Stellen, wo die Kristalle sich den amorphen Tröpfchen stark nähern, erscheinen einzelne Tröpfchen, die kristallinisch geworden sind. Sie lassen feine Nadeln erkennen, die gerade auslöschen. Der Prozess des Kristallinischwerdens schreitet beim Aufbewahren der Sublimate weiter fort; nach zwei Monaten waren die feinen Tröpfchen an der Randpartie noch amorph, während die ganze mittlere Region bis auf einige kleine Inseln kristallinisch erschien. Oft wachsen in dem kristallinischen Tröpfchen einzelne Nadeln zu dickeren Prismen aus, an deren freie Enden sich weitere Kristalle ansetzen. Es entstehen so oft merkwürdige Stern-, Büschel- und Doldenformen. Durch mechanische Einwirkung, Durchstreichen mit einer Nadel durch eine Zone noch amorpher Tröpfchen, durch

leichte Berührung mit einem Haarpinsel wird der Prozess des Kristallinischwerdens wesentlich beschleunigt.

In einem besonderen Versuche wurde die Sublimation des Narkotins bis zu 250° BT und 105° IT weitergeführt. Die Höfe hatten sich dann mit den in ihnen liegenden Kristallen bis gegen den Rand des Plättchens verbreitet, und die amorphen Tröpfchen waren vollständig verschwunden.

Die Sublimate des Narkotins sind sehr charakteristisch. Das Bild, welches diese Beschläge darbieten, ist sehr auffallend, und ich habe solche langgestreckte Höfe mit stabförmigen Kristallaggregaten in anderen Sublimaten nie beobachtet. Selbst von unwägbaren Mengen des Körpers wurden charakteristische Beschläge erhalten.

Die älteren Literaturangaben über die Sublimation des Narkotins sind zum Teil sehr widersprechend. Guy (L 20) gibt an, dass der Körper bei ca. 310° F (= 154° C) sublimiere, was mit meinen Erfahrungen gut übereinstimmt. Nach Waddington (L 67) sublimiert Narkotin ziemlich schwierig in regulären Kristallen. Der Körper konnte drei Stunden lang auf der Verdampfungstemperatur erhalten werden, ohne dass Zersetzung eintrat. Im Gegensatz zu dieser Angabe und zu meinem Befunde erhielt Wynter Blyth (L 6) von Narkotin überhaupt kein Sublimat. Auch Kempf (L 28) gibt an, dass der Körper sich bei 215° zersetze. Meine Versuche beweisen, dass dieses Alkaloid (wenigstens in kleinen Mengen) sich sicher unzersetzt sublimieren lässt.

Reaktionen der Narkotinsublimate.

Fällungsreaktionen nach Behrens.

1. Umkristallisieren. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen verdünnter Essigsäure gelöst und über kleiner Flamme erwärmt. Es schieden sich rasch dünne, meist sternförmig verwachsene Prismen von reinem Narkotin ab.

2. Mercurichlorid erzeugt einen fein pulverigen Niederschlag, der sich beim Erwärmen in verdünnter Salzsäure löst und beim Erkalten wieder ausscheidet.

3. Kaliumferricyanid gibt einen bräunlichen Niederschlag.

Farbreaktionen.

1. Konzentrierte Schwefelsäure. Ein bis zwei Tropfen lösen das Sublimat mit grünlich-gelber Farbe; beim Erwärmen über kleiner Flamme wird die Färbung intensiv, bald orange; dann bilden sich vom Rande her blauviolette und purpurne Streifen, und endlich wird die Färbung schmutzig rot-violett.

2. Salpetersäure. Löst man das Sublimat in einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure und gibt nach zwei Stunden eine Spur Salpetersäure hinzu, so tritt eine rote Färbung ein, die allmählich intensiver wird.

3. Fröhdes Reagens in konzentrierter Form (0,05 g Ammoniummolybdat in 1 cm^3 konz. H_2SO_4) löst bei gelindem Erwärmen grün, dann geht die Farbe in prachtvoll kirschrot über und schliesslich in ein beständiges Blau.

4. Meckes Reagens (Selenschwefelsäure) färbt grünlich-stahlblau, beim Erwärmen kirschrot.

5. Reaktion von A. Wangerin. Ein Plättchen mit Narkotinsublimat wurde auf einer Uhrschale mit 10 Tropfen reiner, konzentrierter Schwefelsäure übergossen und 1 bis 2 Tropfen 1% Rohrzuckerlösung zugegeben; nachdem 1 Minute lang auf dem Wasserbade unter Umrühren erwärmt wurde, ging die anfangs grünlich-gelbe Lösung durch Gelb, Braun, Braunviolett in ein reines Blauviolett über.

Diese Reaktionen gelangen alle sehr gut, und im Verein mit ihnen dürfte der Nachweis des Narkotins durch die charakteristische Sublimationsprobe bedeutend erleichtert werden.

Pilocarpin-HCl.

F 195—198.

Die Versuche wurden mit Pilocarpin hydrochloric. cryst. puriss. Merck bei 8—10 mm Druck ausgeführt. Bei 121—133° BT und 50—65° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein schwacher, grau-weisser, homogener Anhauch, der sich allmählich ausbreitete. Bei ca. 150° BT zeigten sich in demselben dichtere, weisse Punkte, Kristallisationszentren. Oft bildeten sich auch Kriställchen in Höfen. Der homogene Anhauch verschwand mehr und mehr und machte einem weissen, anscheinend pulverig-kristallinischen Sublimat Platz. Nur am Rande verblieben hie und da noch Reste des ersten Anhauches. Bei 175° BT und 81—87° IT wurden die Sublimationen gewöhnlich unterbrochen. — Wenn höher erhitzt wurde, über 180° BT, so verschwand das Sublimat durch Verdampfung vom Rande her immer mehr, bedeckte schliesslich nur noch eine kleine Fläche im Zentrum des Plättchens oder verflüchtigte sich auch hier vollkommen.

Unter dem Mikroskope zeigten die Sublimate schuppige, rechtwinklige oder sechseckige Kristallplättchen, die zu umfangreichen Krusten zusammengelagert sind. War das Sublimat nach Unterbrechung des Versuches rasch aus dem Apparat genommen worden, so zerschmolzen die Kristalle beim Betrachten unter dem Mikroskop, wohl unter Einfluss des feuchten Atems, fast augenblicklich (Pilocarpin-HCl ist sehr hygroskopisch). Wenn man das Sublimat im Apparat sich langsam abkühlen liess, so konnte es nachher an der Luft mehrere Stunden aufbewahrt werden, bevor die Kristalle zerflossen. Als das Vorteilhafteste erwies sich aber, die Kristalle in Paraffinöl einzubetten. Auf diese Weise liessen sich die Sublimate unbegrenzt lange aufbewahren.

Die Angabe von Wynter Blyth (L 6), dass reines Pilocarpin deutlich kristallinische Sublimate gebe, veranlasste mich, ebenfalls einige Versuche mit der reinen Base vorzunehmen.

Das Pilocarpin pur. Merck stellt eine fast farblose, sirupöse Flüssigkeit dar. Sie gab bei 110—120° BT und 44—48° IT feine

Sublimate, die nur aus Tröpfchen bestanden. Auch im weiteren Verlauf der Sublimation konnten nie Kristalle erhalten werden. Man kann also hier wohl eher von einer Destillation als von einer Sublimation sprechen. Die tröpfchenförmigen Beschläge bestanden aus unzersetztem Pilocarpin; sie gaben die untenstehenden Reaktionen. Übereinstimmend mit meinem Befund gibt auch Behrens (L 3) an, dass das Pilocarpin sich ohne Zersetzung sublimieren lasse, dass aber die Sublimate nicht kristallinisch seien. Blyth erhielt von seinem Pilocarpin, als dessen Schmelzpunkt er 159° angibt, bei 140° einen feinen Beschlag und bei 153° deutlich kristallinische Sublimate. Es ist wahrscheinlich, dass es sich hiebei wohl um einen mit dem heutigen reinen Pilocarpin nicht identischen Körper handelte.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Platinchlorid. Ein Tröpfchen Platinchlorid-Salzsäure (5%) auf ein Sublimat von Pilocarpin-HCl gebracht, rief rasch eine reichliche Kristallisation von Pilocarpinchloroplatinat hervor. Es entstanden massenhaft rechtwinklige und 5—7-seitige, blassgelbe Plättchen, die oft in Rosetten beisammen lagen. — Die Reaktion gelingt ausserordentlich schön und wurde auch mit den tröpfchenförmigen Sublimaten des reinen Pilocarpins erhalten.

2. Jodoplatinatreaktion gelang nach dem bei Behrens (L 3) genau beschriebenen, modifizierten Verfahren ausgezeichnet.

Weitere mikrochemische Reaktionen des Pilocarpins gibt Bolland (L 7) an.

Yohimbin.

F 234.

Das von E. Merck bezogene, reine Yohimbin stellte ein weisses, fein kristallinisches Pulver dar, das sich bei längerem Aufbewahren im Exsiccator gelb färbte. Die Sublimationen wurden bei 7,5—9 mm Druck ausgeführt. Bei 165—175° BT und 77—92° IT liess sich zuerst ein bläulichweisser Anhauch im Zentrum des Plättchens erkennen. Derselbe wurde im weiteren Verlauf der Sublimation nur wenig dichter; hingegen verbreitete sich allmählich über das Plättchen ein sehr fein pulveriger, grauweisser Beschlag. Bei 200° BT und 102—105° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Im Näpfchen verblieb meist noch ungeschmolzene Substanz.

Der erste Anhauch, von welchem in den Sublimaten meist noch Reste vorhanden waren, entweder als zentraler Fleck oder als schwacher Ring am Rande, bestand unter dem Mikroskop aus feinen, amorphen Tröpfchen, die auch nach mehreren Wochen keine Spur von Kristallisationen zeigten. Der graue, pulverige Beschlag, welcher sich sowohl über die Tröpfchenzone wie ausserhalb derselben verbreitete, bestand bei starker Vergrösserung aus merkwürdigen,

kugeligen Gebilden mit höckeriger bis feinkörniger Oberfläche. Sie haben einen Durchmesser bis 10,5 μ und sind anscheinend kristallinisch. Ein deutliches Aufleuchten konnte aber im polarisierten Licht nicht konstatiert werden, und eine genaue kristallographische Untersuchung war wegen der Kleinheit der Gebilde unmöglich. — Die kugeligen Gebilde sind sehr auffallend und charakteristisch. Sie erschienen regelmässig in den Sublimaten, auch wenn äusserst geringe Mengen Yohimbin zum Versuch gelangten.

In gleicher Weise wie beim Coffein habe ich auch mit Yohimbin einige Sublimationsversuche bei gewöhnlichem Druck ausgeführt. Die Sublimate zeigten das gleiche Aussehen wie die durch Vakuumsublimation erhaltenen.

Sichere Reaktionen des Yohimbins sind bis jetzt nicht bekannt; umso wertvoller dürfte der einfache Nachweis durch die Sublimationsmethode erscheinen.

Cinchonidin.

F 202,5.

Die Sublimationen wurden mit einem reinen Cinchonidin von Howard & Sons, London, bei 8—11,5 mm Druck ausgeführt. Bei 137—148° BT und 53—69° IT wurde im Zentrum des Plättchens ein erster bläulichweisser Anhauch bemerkbar, der aus mikroskopisch feinen, amorphen Tröpfchen besteht. Der Anhauch breitete sich allmählich aus, ohne zunächst eine Differenzierung zu zeigen. Im weiteren Verlaufe der Sublimation konnte dann regelmässig beobachtet werden, wie in diesem homogenen Anhauch viele kleine Höfe mit weissen Kriställchen entstanden, besonders in den mittleren Partien des Plättchens. Oft waren die Höfe nicht scharf abgegrenzt und die in ihnen liegenden Kriställchen schienen an einzelnen Stellen mit dem Anhauch in Kontakt zu sein. Oft erschienen im Anhauch auch grauweisse, kristallinische Flecken ohne Hofbildungen. Beim Betrachten mit der Lupe konnte man verfolgen, wie die Kristalle zu zerfaserten oder sternförmig strahligen Gebilden auswuchsen, während gleichzeitig die umgebenden Höfe sich erweiterten. Mit der Erhöhung der Temperatur nahm die Zahl der Kristallisationszentren rasch zu und der Anhauch verschwand mehr und mehr. Bei 200° BT waren von demselben nur noch Reste am Rande des Sublimates, oder auch keine Spur mehr vorhanden. Die Sublimationen wurden gewöhnlich bei 175° BT unterbrochen. Die Dauer des Erhitzens von 22 bis 175° betrug im Mittel 18 Minuten.

Wenn in den Sublimaten der erste Anhauch noch teilweise vorhanden war, so bestand derselbe bei schwacher, mikroskopischer

Vergrösserung aus einem Felde amorpher Tröpfchen, welche im polarisierten Licht da und dort bläulichweiss aufleuchteten. Beim Aufbewahren der Sublimate war nach einigen Wochen der Grossteil der Tröpfchen fein kristallinisch geworden. Die Kristalle der Sublimate erscheinen bei schwacher Vergrösserung als grössere, flechten- oder moosartige, auch etwa an Lycopodien erinnernde, reich verzweigte Aggregate oder als kleinere Kristallknäuel, von denen grössere, gebogene, nadelförmige Gebilde scharf abstehen. Alle diese Elemente finden sich auf Fig. 8 der Tafel. Man sieht dort auch, dass die Kristalle zum Teil noch in Höfen liegen. Die graue Fläche stellt eine Zone feiner Tröpfchen dar. An einzelnen Stellen sind die Kristallaggregate mit den Tröpfchenpartien in Berührung. Hier lässt sich im polarisierten Licht der Übergang sehr schön verfolgen. Innen im Tröpfchenfelde erscheinen noch völlig amorphe Tröpfchen; an sie schliessen sich solche an, die feine Kriställchen enthalten und schwach grauweiss aufleuchten; weiter erscheinen Tröpfchen, in denen die Kristallbildung fortgeschritten ist, und endlich treten grössere Kristallnadeln auf, die stark aufleuchten und höhere Interferenzfarben zeigen.

Bei stärkerer Vergrösserung (180fach) beobachtet man in den kristallinisch gewordenen Tröpfchen eine sphärische Anordnung kleiner Nädelchen. Die grösseren Kristallaggregate zeigen im Innern noch die primäre Struktur des Tröpfchenfeldes und bestehen aus einer Zusammenlagerung feiner Nädelchen; am Rande der Aggregate erscheinen grössere Nadeln. Die grössten Nadeln beobachtet man bei den knäuelförmigen Aggregaten. Von einem dichteren Komplex kleiner Kriställchen oder von einem Zentrum aus verlaufen hier strahlig grössere Nadeln oder hackenförmig gekrümmte Aggregate. Vereinzelte Nadeln kommen in den Sublimaten fast nie vor. Die Nadeln zeigen eine schiefe Endabgrenzung und löschen gerade aus. Axenbilder konnten nicht erhalten werden.

Die beschriebenen Aggregate sind für Cinchonidin charakteristisch. Von sehr kleinen Mengen des Körpers kann man leicht eine grosse Zahl von Sublimaten herstellen.

Waddington (L 67) gibt an, dass das Cinchonidin nur schwer in vollkommenen Kristallen sublimiere; meist entstehen mehr oder weniger kristallinische, gekrümmte Gebilde. Nach M. L. Bourgeois (L 9) sublimiert Cinchonidin gegen 200° und die erhaltenen Kristalle sind identisch mit den auf nassem Wege gewonnenen. Behrens (L 3) erhält nur pulverige Beschläge, welche unter warmem Wasser sich zu kleinen Prismen und Dendriten umbilden. Nach Tammann (L 59) entstehen in der unterkühlten Schmelze des Cinchonidins

verschiedene polymorphe Kristallarten, welche sich durch ihre Schmelzpunkte unterscheiden. Durch rasches Abkühlen der Schmelze kann man den Körper als amorphes Glas erhalten.

Mikrochemische Reaktionen.

Die Fällung mit Natriumbikarbonat nach Behrens gelingt ausserordentlich gut. — Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure gelöst, über kleiner Flamme zur Trockene verdampft, der Rückstand in einem grösseren Tröpfchen Wasser gelöst, etwas Natriumbikarbonat zugesetzt und gelinde erwärmt. Es schieden sich rasch massenhaft lange, dünne Stäbchen ab, die am einen Ende meist gegabelt, besen- oder pinselförmig verzweigt sind. Die Kristalle sind merkwürdig verschieden von den bei der Sublimation entstehenden (vergl. Abbildung bei Behrens).

Weitere Reaktionen werden von Grutterink (L 18) angegeben.

Chinidin.

F 168—170.

Das von Howard & Sons, London, stammende, reine Präparat stellte harte, scheinbar amorphe Brocken dar. Beim Aufbewahren im Exsiccator färbte sich das Pulver gelblich. Die Sublimationen wurden bei 8—10 mm Druck ausgeführt. Bei 132—146° BT und 53—66° IT wurde in der Mitte des Plättchens zuerst ein bläulichweisser, homogener Anhauch bemerkt, der sich allmählich ausbreitete und dichter grauweiss wurde. Bei etwa 160° BT wurden im Anhauch mit der Lupe eine Anzahl sehr kleiner Höfe sichtbar. Bei zirka 175° sind sie bedeutend grösser und lassen seidenglänzende, nadelförmige Kriställchen erkennen, an welche sich andere zweigartig ansetzen. Man kann ihr Wachstum mit der Lupe gut verfolgen. Mit der Ausbildung der verzweigten Kristallisationen nehmen auch die Höfe unregelmässige Formen an. Manchmal, besonders beim Beginne der Kristallisation, kann man auch mit der Lupe um die feinen Kristallnädelchen herum keine scharf begrenzten Höfe erkennen. Die Kriställchen scheinen dann direkt im Anhauch zu wachsen. Bei 190° BT und 77—93° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 24 auf 190° betrug 18 Minuten. Die im Näpfchen verbleibende, nicht sublimierte Substanz war zu farblosen Tröpfchen geschmolzen. Die Sublimate bestanden noch zum grossen Teil aus dem ersten homogenen Anhauch; die Kristalle fanden sich meist in den mittleren Partien.

Wenn die Sublimation bis zur BT 225° fortgesetzt wurde, so erschienen immer mehr verästelte Kristallisationen im ganzen Anhauch, wuchsen mit ihren Verzweigungen durcheinander und verbreiteten sich bis an den Rand des Plättchens, indem der homogene Anhauch schliesslich vollständig verschwand.

Die mikroskopische Untersuchung und Vergleichung der Sublimate ergab Folgendes:

Der erste homogene Anhauch bestand aus einem Felde amorpher Tröpfchen. In diesem bildeten sich im weiteren Verlauf der Sublimation Kristallisationszentren, von denen aus sich büschelartig in verschiedenster Richtung derbe, verzweigte Kristallaggregate ausbreiten (vergl. Fig. 6 der Tafel). An einzelnen Stellen setzt sich die Kristallisation unregelmässig in die Tröpfchenzone hinein fort. Bei stärkerer Vergrösserung erscheinen die Aggregate wenig schön ausgebildet, an den breiteren Stellen oft schieferig oder zerfasert. Man erkennt, dass sie sich direkt aus den amorphen Tröpfchen gebildet haben, indem oft noch Reste derselben ihnen anliegen, so dass die Konturen der Kristalle oft etwas zerflossen erscheinen. Es zeigt sich hier deutlich, was ich schon in der Einleitung bemerkt habe, dass durch direktes Kristallinischwerden der amorphen Substanz viel weniger gute Kristalle entstehen, als wenn diese Gelegenheit haben, lange aus dem Dampfe zu wachsen. — Die Kristallaggregate der Chinidinsublimate bestehen aus längeren, geraden Nadeln, oder Prismen mit stumpfer, pyramidaler Abgrenzung. Sie sind länger als die einzelnen Kriställchen des Cinchonidin-Sublimates, löschen gerade aus und haben c = c. Sehr wahrscheinlich sind sie einaxig, da die breiteren Kristalle kein deutlich zweiaxiges Axenbild ergaben. Merkwürdigerweise kamen in allen Sublimaten nur Kristallaggregate zur Ausbildung, Kristallindividuen konnten nirgends beobachtet werden. An ihren Enden sind die Aggregate oft mit Tröpfchen in Berührung, die ganz oder teilweise kristallinisch geworden sind und Büschel feiner Nadeln erkennen lassen. Alle übrigen Tröpfchen sind amorph; sie veränderten sich auch bei monatelangem Aufbewahren nicht mehr. Es scheint, dass die Kristallisation durch die starke Abkühlung bei der Unterbrechung der Sublimation zum Stillstand gekommen ist. Beim Durchstreichen mit einer Nadel erwiesen sich die Tröpfchen als sehr viskos. Eine Kristallisation wurde durch solche mechanische Einwirkungen nicht hervorgerufen; ebensowenig durch Anhauchen oder durch Erwärmen des Sublimates mit einem Tröpfchen Wasser.

Das Chinidinsublimat erscheint charakteristisch durch die Bildung und Form der Kristallaggregate. Der grosse Unterschied, den diese gegenüber den Kristallbildungen des Chininsublimates aufweisen, ist umso interessanter, als die beiden Körper optische Isomere darstellen.

Von unwägbaren Mengen Chinidin konnte eine ganze Anzahl charakteristischer Sublimate gewonnen werden.

Waddington (L 67) erhielt von Chinidin Sublimate, die aus mikroskopisch feinen Kügelchen bestanden, in welchen sich allmählich Kristallisationen ohne charakteristische Form entwickelten. Er glaubte, dass dieselben durch eine Art Impfung zustande kämen, indem bei der Sublimation kleine Stäubchen von Kristallpartikeln ins Sublimat gelangen und dort Kristallisationszentren erzeugen könnten. Da auch bei meinen Versuchen eine solche Infektionswirkung möglich schien, so habe ich eine Anzahl Kontrollversuche angestellt, bei welchen das Chinidin im Näpfchen zuerst vollständig geschmolzen und erst dann das Plättchen aufgelegt wurde. Es entstanden aber auch auf diese Weise regelmässig Kristallisationen im Sublimat, ein Beweis, dass es sich bei diesen Versuchen um eine mechanische Infektion der Tröpfchen durch Kristallpartikelchen nicht handeln kann. — Behrens (L 3) erhielt von Chinidin keine charakteristischen Sublimate.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Natriumbikarbonat. Die Fällung rautenförmiger Kristallplättchen aus der Lösung des Chinidinsulfates mittelst Natriumbikarbonat, wie sie von Behrens beschrieben wird, konnte trotz mehrmaliger Wiederholung des Versuches nicht erhalten werden.

2. Jodkalium. Aus der Lösung eines Chinidinsublimates in einem Tröpfchen verdünnter Essigsäure wurden auf Zusatz von etwas Jodkalium nach kurzer Zeit schöne Kristalle von Chinidinjodhydrat erhalten.

3. Ferrocyankalium fällte aus schwach essigsaurer Lösung nach gelindem Erwärmen leicht viele Büschel blassgelber Prismen von Chinidin-Ferrocyanhydrat (Abbildung bei Behrens).

4. Goldchloridsalzsäure (5%) gab die schönste und wohl auch empfindlichste Reaktion. Ein kleines Tröpfchen des Reagens wurde direkt auf das Sublimat gebracht; nach kurzer Zeit entstand eine Unmenge pinsel- und fächerförmig angeordneter Nadeln (Abbildg. bei Behrens).

Grutterink (L 18) beschreibt weitere mikrochemische Reaktionen mit Mercurichlorid, Mekonsäure, Mellithsäure und Trioxybenzoesäure.

Chinin.

F 175.

Zu den Versuchen wurde Chinin puriss. cryst. Merck benützt. Die Schmelzpunktbestimmung ergab, dass das Präparat die wasserfreie Base darstellte (Chininhydrat schmilzt bei 57°). Bei längerem Aufbewahren im Exsiccator färbte sich das Pulver gelblich. Die gleiche Veränderung zeigte sich auch beim Aufbewahren im farblosen Glase an den dem Licht ausgesetzten Teilen der Substanz.

Die Sublimationsversuche wurden bei 8—13 mm Druck ausgeführt. Bei 133—148° BT und 57—69° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein bläulichweisser bis grauweisser Anhauch, der sich

allmählich ausbreitete und dichter wurde. Zunächst erschien er noch ganz homogen, dann bei etwa 157° BT entstanden, besonders in den Randpartien, rasch viele kleine, strichartige Höfe, in welchen sich feine weisse Kristallisationen entwickelten. Ihre Formen konnten auch mit der Lupe nicht deutlich erkannt werden. Während rasch und dicht nebeneinander immer neue Kristallisationen entstanden und sich miteinander vereinigten, verschwand der homogene Anhauch bis auf geringe Reste am Rande. Schliesslich erschien das Plättchen wie mit einem weissen, flockigen Pulver übersät. Bei 200° BT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die nicht sublimierte Substanz im Näpfchen war dann zu rotbraunen Tröpfchen geschmolzen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 25—200° betrug 23 Minuten.

Die aus dem Apparat genommenen Sublimate waren rein weiss, in der Mitte meist dicht, gegen den Rand erschienen sie im durchfallenden Licht wie ein glänzendes Gewebe. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass der erste Anhauch aus kleinen, amorphen Tröpfchen bestand. Bei schwacher Vergrösserung erschienen die Sublimate in der Mitte dicht grauweiss mit einzelnen hellen Flecken; gegen den Rand hin zeigte sich ein dichtes Gewebe feiner, gebogener Kristallfäden und vereinzelte sehr feine Büschel. Bei stärkerer Vergrösserung besteht die Mitte des Sublimates aus einem dichten Filz von Kristallnädelchen; an einzelnen weniger dichten Stellen sieht man, dass unter den Kriställchen noch amorphe Tröpfchen liegen, welche auch nach Monate langem Aufbewahren sich nicht veränderten. Gegen den Rand der Sublimate, wo die Kristalle viel weniger dicht beisammen liegen, treten diese Tröpfchen immer besser hervor. Es zeigen sich dort auch Partien, die im Begriffe sind, kristallinisch zu werden. Solche Stellen bieten ein ausserordentlich interessantes Bild dar. Man sieht dort im feinen Tröpfchenfelde büschelartige Zeichnungen, welche an Kraftlinien erinnern, wie man sie durch einen kurzen Magneten und Eisenfeile darstellen kann. Auf Fig. 4 der Tafel sind einige solcher Stellen wiedergegeben. Einzelne Tröpfchen haben sich gestreckt und sind mit anderen zu stäbchenförmigen Gebilden zusammengeflossen, die in der Richtung der Kraftlinien orientiert sind. Im polarisierten Licht leuchten sie stellenweise auf. Bei den fortgeschritteneren Stadien der Kristallisation liegen vollkommen ausgebildete, aus kleinen Nädelchen zusammengesetzte Kristallhaare in Garben beisammen. Besonders schön kann man solche isolierte Garben an den Rändern der Sublimate beobachten (vergl. Fig. 5 der Tafel). Die einzelnen haarförmigen Gebilde (Trichiten) sind oft gegabelt und laufen spitz aus. Optisch konnten sie ihrer Feinheit wegen nicht näher bestimmt werden.

Um den genetischen Zusammenhang des ersten bei der Sublimation entstehenden Anhauchs mit den nachher gebildeten Kristallisationen zu untersuchen, unterbrach ich eine Sublimation, als eben die Hofbildung eintrat. Dabei zeigte sich nun, dass jene helleren Stellen, die im Anhauch beobachtet wurden, unter dem Mikroskop gar keine Höfe darstellen, sondern Tröpfchenkomplexe, die im Begriffe sind, sich in Kristallbüschel umzuwandeln. — Die Bildung der Kristalle im Sublimat scheint also beim Chinin auf etwas andere Weise zu erfolgen, als bei den meisten der beschriebenen Körper. Während sich bei diesen an einzelnen Stellen des Anhauchs kleine Kriställchen bilden, die sich mit anflugfreien Höfen umgeben und dann aus dem Dampfe weiter wachsen, entstehen beim Chinin grössere und merkwürdig zusammengesetzte Kristallaggregate von konstanter Form ohne Hofbildung durch Umwandlung von grösseren Tröpfchenpartien. Man kann bei der Bildung des Chininsublimates drei aufeinanderfolgende Stadien unterscheiden:

1. Der undifferenzierte, bläulichweisse Anhauch, der aus feinen amorphen Tröpfchen besteht;

2. Das Stadium der beginnenden Kristallisation mit Magnetfeldähnlichen Zeichnungen, welche dadurch zustande kommen, dass die Tröpfchen sich in der Richtung der „Kraftlinien“ orientieren (Fig. 4).

3. Das kristallinische Sublimat mit vollkommen ausgebildeten, in Garben beisammenliegenden Kristallfäden (Fig. 5).

Auf einem und demselben Sublimat können sich alle drei Stadien vorfinden.

Dieser Verlauf des Sublimationsprozesses und die Aufeinanderfolge der drei Entwicklungsstadien ist nicht etwa durch die Erhöhung der Temperatur bedingt. Man könnte sich denken, dass bei der niederen Temperatur das Chinin tröpfchenförmige Sublimate bilde, dass aber, wenn das Plättchen eine höhere Temperatur erreicht hat, die Dämpfe sich direkt zu einem kristallinischen Sublimat kondensieren. Der folgende Versuch bewies, dass diese Annahme nicht richtig ist.

Der erste Anhauch eines Sublimates wurde bei 141° BT bemerkt und nun die Temperatur des Schwefelsäurebades während einer Stunde auf 145° erhalten (die Sublimation des Chinins erfolgte bei dieser Temperatur ziemlich langsam). Das erste Sublimat bestand auch in diesem Falle nur aus amorphen Tröpfchen. Im weiteren Verlauf der Sublimation bildeten sich dann aus den Tröpfchen die garbenförmigen Kristallaggregate, die sich nun durch Substanzzufuhr aus dem Dampfe vervollkommneten. — Also auch ohne Erhöhung der Temperatur erfolgt in den Sublimaten die Kristallbildung,

und es scheint, dass für diese vielmehr eine gewisse Dauer des Sublimationsprozesses von Bedeutung ist.

Ausser den beschriebenen, garbenförmigen Kristallbüscheln, welche in den Chininsublimaten stets reichlich auftraten und recht charakteristisch sind, erschienen in einzelnen Sublimaten auch sternförmig angeordnete, kurze Nadeln.

Waddington (L 67), welcher die ersten Mikrosublimations-Versuche mit Chinin angestellt hat, erhielt Sublimate aus kleinen Kügelchen (Tröpfchen?), die allmählich kristallinisch wurden. Dabei bildeten sich blumenartige Formen, welche sich über die ganze Oberfläche verbreiteten; im weiteren Verlauf der Sublimation entstanden dann lange, fadenförmige Gebilde, welche wohl den in unseren Vakuumsublimaten beobachteten Kristallgarben entsprechen dürften. Behrens (L 3) erhielt von Chinin keine charakteristischen Sublimate. Nach Krafft und Weilandt (L 32) siedet Chinin im Vakuum des Kathodenlichtes unter gleichzeitiger teilweiser Zersetzung bei 210°, sublimiert aber leicht und ohne Zersetzung schon bei 170 bis 180°. Nach Kempf (L 28) findet bei 160—165° und 0,6 mm Druck nur langsame Sublimation statt. Mikrosublimate werden aber nach meinen Erfahrungen in kurzer Zeit sehr leicht erhalten.

Reaktionen der Chininsublimate.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Ein Chininsublimat wurde unter Vermeidung überschüssiger Säure in einem Tröpfchen stark verdünnter Schwefelsäure gelöst. Wurde dann das Plättchen mit dem Tröpfchen einige Sekunden über eine geöffnete Flasche mit Ammoniak-Lösung gehalten, so schieden sich im Verlaufe einiger Minuten lange, an den freien Enden scharf zugespitzte Nadeln von Chininsulfat ab.

2. Herapathitreaktion gelang einzig gut mit der von Behrens stammenden, modifizierten Methode, welche von Grutterink (L 18) übermittelt wurde:

Man mischt gleiche Teile Wasser, Alkohol und verdünnte Essigsäure und fügt der Mischung etwas Schwefelsäure und so viel Jodjodkalium zu, bis die Farbe schwach gelb ist. Ein Tröpfchen dieser Lösung auf ein Sublimat gebracht, liess rasch schwach rosa, karmoisinrot bis violett gefärbte Plättchen, verschobene Rauten von Herapathit, auskristallisieren. Sie erscheinen im auffallenden Licht grünlich, im polarisierten Licht ausserordentlich stark dichroitisch. Chinidin, Cinchonin und Cinchonidin geben diese Reaktion nicht.

Weitere mikrochemische Reaktionen des Chinins werden von Grutterink (L 18) angegeben.

Farbreaktionen.

3. Thalleiochinreaktion gelang sehr gut auf folgende Weise: Das bei Reaktion 1 erhaltene Endprodukt wurde nach dem Eintrocknen in einem Tröpfchen Wasser gelöst, ein Tröpfchen Bromwasser zugegeben, und nun das Plättchen sofort über eine geöffnete Flasche Ammoniakflüssigkeit gehalten. Es trat rasch intensive Grünfärbung ein.

4. Erythrochininreaktion gelang ebenfalls sehr gut. Ein Sublimat wurde in einem weiten Reagensglas in 10 cm^3 stark verdünnter Schwefelsäure gelöst, je ein Tropfen Bromwasser und Ferrocyankalium (10 %) und dann Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion zugegeben. Beim Ausschütteln der Mischung mit wenig Chloroform färbte sich dieses deutlich rosa.

Coniin - HBr.

F 211.

Das aus der Sammlung unseres Institutes stammende Präparat stellte weisse, stark nach Coniin riechende Nadeln dar. Die Sublimation wurde bei 8—10 mm Druck ausgeführt. Bei 120—139° BT und 44—61° IT erschien auf dem Plättchen ein bläulichweisser Anhauch. In diesem entstanden rasch zarte, grauweisse, strahlige Kristallisationen, die sich allmählich über das ganze Plättchen verbreiteten. Bei 175° BT und 71—85° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Im Apparat verblieb meist noch ungeschmolzene Substanz.

Die Sublimate riechen stark nach Coniin und zeigen makroskopisch entweder wenige grosse oder viele kleine strahlige oder büschelförmige Kristallisationen. Das Aussehen ist oft ganz dasselbe wie das der Chinin-Sublimate. Bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskop erscheint ein Feld feiner Tröpfchen, welches im polarisierten Licht stellenweise grauweiss aufleuchtet. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass sich hier ganz ähnlich wie beim Chinin einzelne Tröpfchen gestreckt und zu unvollkommenen Nädelchen ausgebildet haben. Diese sind zu haarförmigen Aggregaten zusammengefügt, welche von einzelnen Zentren aus das Sublimat nach allen Richtungen durchziehen. Sie wachsen mit ihren reichen Verzweigungen dicht durcheinander, bilden aber keine so schön ausgebildeten Garben wie beim Chinin, sondern unregelmässige, strahlige Kristallisationen. — Das Sublimat ist recht charakteristisch, und ausserordentlich geringe Mengen des Körpers genügten, um gute Beschläge zu geben.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Kaliumwismuthjodid erzeugte auf den Sublimaten einen rotbraunen, amorphen Niederschlag. Die von Behrens beschriebenen Kristalle konnte ich nicht erhalten.

2. Tetrachlorchinon (Chloranil). Ein Kriställchen des Reagens in die Lösung eines Sublimates in einem Tröpfchen Wasser gebracht, ergab keine Fällung. Nach Behrens muss das Coniin zur Ausführung dieser Reaktionen im freien Zustande vorhanden sein. Ich versuchte aus der wässerigen Lösung des Coniinsalzes die freie Base durch Natriumbikarbonat auszufällen, mit einigen Tropfen Benzol aufzunehmen und dann die Reaktion mit Chloranil auszuführen; es ist mir aber nicht gelungen, die von Behrens beschriebenen Kristalle zu erhalten. — Kalilauge darf zur Ausfällung des Coniins nicht benützt werden, weil dieselbe mit Chloranil in Reaktion tritt (vgl. Behrens I. Heft, S. 53).

Arecolin-HBr.

F 167—168

Das von E. Merck bezogene, reine Präparat bildet kleine, weisse Prismen. Die Sublimationen wurden bei 8—12 mm Druck ausgeführt. Bei 115—133° BT und 43—63° IT erschien auf dem Plättchen ein bläulichweisser Anhauch, der sich allmählich ausbreitete. Dann konnten in demselben beim Betrachten mit der Lupe bald scheinbare Höfe ohne scharfe Konturen oder weisse Punkte beobachtet werden. Diese verbreiteten sich rasch im ganzen Anhauch und bildeten stellenweise grössere, strahlige Kristallisationen. Bei 160° BT und 74—85° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Im Näpfchen verblieb meist noch ungeschmolzene Substanz. Von einer sehr kleinen Menge konnte eine ganze Anzahl Sublimate gewonnen werden.

Makroskopisch zeigt das Sublimat des bromwasserstoffsauren Arecolins das gleiche Aussehen wie die Sublimate des Chinins und des Coniin-HBr. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man unter dem Mikroskop, dass es sich wirklich um ganz ähnliche Bildungen handelt. Der erste Anhauch besteht auch beim Sublimat des Arecolin-HBr nur aus einem Felde feiner, amorpher Tröpfchen. In diesem entstehen an einzelnen Stellen merkwürdige büschelförmige und in ihrem Verlauf an magnetische Kraftlinien erinnernde Kristallisationen, wie ich sie schon beim Chinin beschrieben habe, oder mehr strahlige Kristallisationen wie beim Coniin-HBr. Die Kristallisation der Tröpfchen ist aber eine recht unvollkommene. Solch' schöne Büschel von Kristallhaaren, wie sie an den Rändern der Chinin-Sublimate auftraten (vergl. Fig. 5), konnte ich in den Sublimaten von Coniin-HBr und Arecolin-HBr nie beobachten.

Mikrochemische Reaktionen des Arecolins sind nicht bekannt.

Hyoscyamin.

F 108,5.

Das von E. Merck bezogene Hyoscyamin ver. puriss. cryst. albiss. leviss. aus Hyoscyamus niger stellt ein in Würfel gepresstes, weisses Pulver dar, welches bei starker Vergrösserung aus feinen Nadeln und Täfelchen besteht. Die Sublimationen wurden bei 8 bis 11 mm Druck ausgeführt. Bei 94—110° BT und 36—49° IT wurde auf dem Plättchen ein zarter Anhauch bemerkt, der sich allmählich ausbreitete. Dann erschienen im Anhauch bald unregelmässige und nicht scharf begrenzte, hofähnliche Flecken, welche unter dem Mikroskop aus grösseren, meist zusammengeflossenen Tröpfchen bestehen. Bei 52—63° IT konnte mit der Lupe oft an einer oder

mehreren Stellen des Anhauchs die Entstehung weisser, seidenglänzender Büschel feiner Kristallnadeln beobachtet werden. In einzelnen Fällen war es nicht möglich, mit der Lupe eine Kristallisation zu konstatieren. Bei 140° BT und 53—65° IT wurde die Sublimation unterbrochen. Wenn sich dann noch unsublimierte Substanz im Näpfchen vorfand, so war dieselbe zu farblosen Tröpfchen geschmolzen.

Wurde die Sublimation über 140° BT hinaus bis 175° fortgesetzt, so zeigten sich im Anflug bald von blossem Auge sichtbare Tröpfchen, die schliesslich in den mittleren Teilen des Sublimates ganz zusammenflossen. Die Temperatur des Plättchens erreichte dann die Schmelztemperatur des Hyoscyamins. Wird der Körper einige Zeit auf dieser Temperatur erhalten, so verwandelt sich das Hyoscyamin ohne sichtbare Veränderungen glatt in Atropin (L 69).

Die Hyoscyaminsublimate bestehen aus einem Felde wasserheller, amorpher Tröpfchen, in welchem vereinzelt oder reichlich feine Büschel haarförmiger Kristalle liegen. Sie bestehen in den einen Fällen aus nur wenigen, garbenförmig beisammenliegenden und S-förmig gekrümmten Kristallfäden oder Aggregaten feinster Nadeln. In anderen Fällen sind die Büschel aus sehr vielen solcher Kristallfäden zusammengesetzt, welche sich in einem Punkte schneiden, resp. übereinander lagern und strahlig nach allen Richtungen verlaufen (vergl. Fig. 13 der Tafel). Ihre Enden sind alle in gleichem Sinne umgebogen. Der Schnittpunkt selbst erscheint bei schwacher Vergrösserung als dunkler Kern, bei starker Vergrösserung als dichter, kristallinischer Knoten, bei welchem man aber da und dort noch erkennen kann, dass die Kristallhaare durch ihn hindurch laufen. Manchmal bildete sich in diesem Schnittpunkt der Kristallhaare eine neue Kristallform: rechteckige oder quadratische isotrope Tafeln, die oft treppenartig aneinander lagen. Sie ergaben ein einaxiges Axenbild mit optisch positivem Charakter der Doppelbrechung, sind also tetragonal.

Die tropfenförmigen Gebilde der Sublimate werden weder beim Durchstreichen mit einer Nadel, noch bei mehrmaligem Anhauchen kristallinisch. Auch beim Aufbewahren zeigen die Tropfen, im Gegensatz zum Atropin, keine Kristallisation. Bei Zimmertemperatur erwiesen sich die Tröpfchen beim Durchstreichen mit einer Nadel als sehr viskos.

Da das Hyoscyamin-Sublimat durch die eigentümliche und konstant auftretende Form der haarförmigen Kristallbüschel ausserordentlich charakteristisch ist und zum Nachweis des Körpers geeignet erscheint, habe ich demselben besondere Aufmerksamkeit

geschenkt und die Bedingungen zu ermitteln gesucht, unter denen die schönsten Sublimate erhalten werden. Was die Zahl der Kristallisationen anbetrifft, welche im einzelnen Sublimat auftreten, so hat mir eine grosse Zahl von Versuchen gezeigt, dass dieselbe mehr oder weniger vom Zufall abhängt (vergl. S. 304). Aber selbst bei kleinen Mengen (Bruchteilen von 1 mg) konnte ich mit Sicherheit darauf rechnen, wenigstens *eine* charakteristische Kristallisation im Sublimat zu erhalten. In 30 Sublimaten wurden je 1 bis 8 solcher Kristallbüschel gefunden. Nur zwei Sublimate zeigten keine Kristallisationen; bei ihrer Herstellung war das Schwefelsäurebad bis 160 resp. 175° erwärmt worden, wobei sich das Plättchen über die Schmelztemperatur des Hyoscyamins erwärmt hatte. Nur wenn minimalste Mengen von Hyoscyamin zur Sublimation gelangten, schien die Kristallbildung in den Sublimaten unsicher zu werden. Eine scharfe Grenze, bis zu welcher noch mit Sicherheit Kristalle im Sublimat erhalten werden, liess sich nicht ermitteln. — War aber einmal eine noch so kleine Kristallisation im Tröpfchenfeld entstanden, so konnte man dieselbe ausserordentlich leicht und schön wachsen lassen, indem die betreffende Bad-Temperatur so lange konstant erhalten wurde, bis alle Substanz im Näpfchen verdampft war. War dies erreicht, so konnte man die Kristallisation noch weiter wachsen lassen auf Kosten der Tröpfchen, welche sich noch im Sublimat vorfanden. Es war zu diesem Zwecke nur nötig, den Sublimationsapparat so tief in das Schwefelsäurebad einzusenken, dass das Plättchen gerade ins Niveau der Säure zu liegen kam. Die Temperatur des Bades darf aber 110° nicht übersteigen, sonst riskiert man, dass das Plättchen die Schmelztemperatur des Hyoscyamins erreicht, wobei denn natürlich die Kristalle verschwinden. Wenn man das Näpfchen eingesenkt hat, so beginnen bald die feinen Tröpfchen an der Randpartie des Sublimates zu verdampfen. Der Anhauch verschwindet gegen die Mitte hin immer mehr. Die Tröpfchen stellen gegenüber den Kristallen die unbeständigere Form des Hyoscyamins dar, welche den grösseren Dampfdruck besitzt. Sie verdampfen mit einer gewissen Geschwindigkeit, während die Kristalle, als die Form mit dem geringeren Dampfdruck, noch verhältnismässig beständig sind und schön und regelmässig aus dem Dampfe wachsen. Je mehr die Tröpfchen an der Peripherie verschwinden, umso mehr verbreitet sich die Kristallisation von den zentralen Teilen des Sublimates gegen den Rand, indem immer neue Kristallfäden sich ausbilden und die mittleren Teile sich zu einem feinen, seidenglänzenden Gespinst verdichten. Der Verlauf dieser Kristallisation lässt sich mit der Lupe sehr schön verfolgen. — Durch dieses Verfahren wurden

in den Hyoscyaminsublimaten prachtvolle Kristallisationen erhalten (vergl. Fig. 13).

Das Hyoscyaminsublimat ist ausserordentlich charakteristisch und erscheint besonders auch darum wertvoll, weil es zur Unterscheidung von Atropin dienen kann. Nicht nur in den Kristallformen zeigen die Sublimate dieser zwei mydriatischen Basen grosse Verschiedenheiten, sondern auch in bezug auf die Kristallisationsfähigkeit der amorphen Tröpfchen. Während die Tröpfchen des Atropinsublimates bei Zimmertemperatur in 24 Stunden kristallinisch wurden, blieben diejenigen des Hyoscyaminsublimates unverändert. Es scheint also, dass bei Zimmertemperatur das spontane Kristallisationsvermögen des Atropins ziemlich gross, dasjenige des Hyoscyamins aber sehr klein ist. Sehr merkwürdig verhält sich dazu die Tatsache, dass bei der (höheren) Temperatur der Dampfkondensation, also während der Sublimation selbst, von Atropin nur ganz ausnahmsweise Kriställchen erhalten wurden, während entsprechende Mengen Hyoscyamin regelmässig Kristalle gab.

Fock (vergl. L 69) hat bereits 1888 eine kristallographische Untersuchung des Hyoscyamins ausgeführt und gefunden, dass der Körper tetragonal kristallisiere. Die von mir in einzelnen Sublimaten beobachteten tafelförmigen Kristalle ergaben ein einaxiges Axenbild.

Die Mikrosublimation des Hyoscyamins bei gewöhnlichem Druck ist bereits 1878 von Wynter Blyth (L 6) versucht worden; doch hat derselbe keine kristallinischen Sublimate erhalten.

Reaktionen des Hyoscyamins.

Spezielle Reaktionen des Hyoscyamins sind nicht bekannt. Zum Nachweis kleiner Mengen der mydriatischen Basen: Atropin, Hyoscyamin und Scopolamin musste man sich bis jetzt neben dem physiologischen Versuch mit der Vitalischen Reaktion begnügen, die ja bekanntlich auch mit Strychnin und Veratrin erhalten wird. Daneben kam allenfalls noch die bekannte Geruchsreaktion in Betracht (Schlehenblütenduft beim Erhitzen im trockenen Reagensglas oder beim Erwärmen mit konz. Schwefelsäure), welche auf dem Nachweis der Atropasäure beruht.

Die Unterscheidung der einzelnen Tropasäurederivate mittels ihrer Goldsalze ist nur bei grösseren Mengen möglich. Für die mikrochemische Analyse hat die Goldchloridreaktion nach Behrens keinen Wert.

Mit Brombromkalium habe ich bei Hyoscyamin die gleiche Reaktion erhalten, wie bei Atropin (vergl. S. 370); auch hier ist sie ausserordentlich empfindlich und dürfte für den Nachweis gute Dienste leisten.

Da das Verhalten des Atropins und Hyoscyamins bei der Sublimation und das Aussehen beider Sublimate ein so verschiedenes ist, so bietet die Mikrosublimations-Methode die Möglichkeit, auch kleine Mengen Atropin und Hyoscyamin zu unterscheiden.

Atropin.

F 112—113.

Die Versuche wurden mit Atropin puriss. cryst. Merck bei 9—13 mm Druck ausgeführt. Bei 93—110° BT und 33—47° IT wurde zuerst im Zentrum des Plättchens ein bläulichweisser Anhauch wahrgenommen. Derselbe verbreitete sich beim weiteren Erhitzen gegen den Rand hin und wurde dichter, grauweiss, ohne weder von Auge noch mit der Lupe eine Differenzierung erkennen zu lassen. Bei 135° BT und 53—62° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die im Näpfchen verbleibende Substanz war dann zu farblosen Tröpfchen geschmolzen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 20 auf 135° betrug 11 Minuten. Wurde die Sublimation bis 170° BT fortgesetzt, so erschienen in den mittleren Teilen des Plättchens bald von blossem Auge sichtbare Tröpfchen, welche zusammenflossen.

Die frisch bereiteten Sublimate des Atropins bestanden unter dem Mikroskop aus einem Felde zarter, bei starker Vergrösserung etwas zerflossen erscheinender Tröpfchen. Nur ausnahmsweise wurde in einzelnen Sublimaten in 1 bis 2 kleinen Höfen je ein winziges Kriställchen entdeckt mit gut ausgebildeten Flächen. Eine kristallographische Bestimmung derselben war aber der Kleinheit wegen ausgeschlossen. — Beim Anhauchen flossen die Tröpfchen zusammen, ohne sogleich kristallinisch zu werden. Auch das Reiben mit einer Platinnadel bewirkte keine Kristallisation. Wurden die Sublimate vor Staub geschützt bei Zimmertemperatur aufbewahrt, so zeigten sich im Verlauf einiger Stunden im matten Anhauch weisse Punkte und kleinkörnige Flecken. Bei mikroskopischer Untersuchung erwiesen sie sich als Kristallisationszentren. Sie vergrösserten sich rasch und verbreiteten sich binnen 24 Stunden meist über das ganze Sublimat. Das mikroskopische Bild der Beschläge war dann ein recht verschiedenartiges. Die Kristallisationen bestehen aus Aggregaten feinster Nädelchen, welche durchweg gerade auslöschen und teils nach c, teils nach a entwickelt sind. Die Aggregate zeigen einen sehr verschiedenen Habitus. Die Nädelchen können sehr dicht beisammenliegen, ohne charakteristische Formen zu bilden, oder sie sind in konzentrischen Schichten um einen zentralen Kern angeordnet. Oft erscheinen an Pflanzenblätter erinnernde Bildungen oder Aggregate von moosartigem oder buschartigem Habitus, wie sie z. B. Fig. 1 der Tafel zeigt. In der Randpartie der Sublimate, wo die Tröpfchen sehr fein sind, und an einzelnen wenig dichten Stellen in den innern Partien entwickeln sich oft feine, lange Nadeln.

Dieses nachträgliche Kristallinischwerden der Sublimate beim Aufbewahren scheint für Atropin charakteristisch zu sein. Es trat auch ein bei Sublimaten von unwägbaren Mengen des Körpers. Hingegen konnte ich trotz zahlreicher Versuche die Bedingungen nicht ausfindig machen, von welchen die Entstehung der oben erwähnten, während der Sublimation gebildeten prismatischen Kriställchen abhängig ist. Sie traten nur in seltenen Fällen und stets vereinzelt auf.

Bei dem Mangel an charakteristischen Reaktionen des Atropins dürfte sein Verhalten bei der Mikrosublimation zur Identifizierung gute Dienste leisten. Allerdings muss betont werden, dass die Formen solcher Kristallisationen, welche erst beim Aufbewahren in den Sublimaten entstehen, im allgemeinen nicht so konstant und charakteristisch sind, wie die während der Sublimation gebildeter Kristalle (vergl. S. 307 und 308).

Helwig (L 23), welcher die Mikrosublimation des Atropins zum erstenmal versuchte, fand, dass der Körper leicht sublimiere, und dass die erhaltenen Sublimate nur aus zarten, wasserhellen Tröpfchen bestehen, welche auf Zugabe von Wasser kristallisieren. Waddington (L 67) dagegen will von Atropin Sublimate mit vollkommenen Kristallen erhalten haben, ohne dass dieselben von ihm näher beschrieben werden. Wynter Blyth (L 6) erhielt bei 123° einen zarten Anflug, aber keine Kristalle. Auch Behrens (L 3) gibt an, dass von Atropin nur tröpfchenförmige Beschläge erhalten werden, die unter Wasser leicht kristallisieren. Tammann (L 59) hat das Verhalten des Atropins bei der Unterkühlung untersucht und gefunden, dass die Schmelze sich durch rasches Abkühlen leicht in ein amorphes Glas verwandeln lasse, welches bei 20° in 24 Stunden entglast. Dies stimmt mit dem Verhalten der tröpfchenförmigen Sublimate überein, welche innert 24 Stunden meist kristallisieren.

Reaktionen der Atropinsublimate.

1. Die bei Behrens (L 3, S. 58) etwas unklar beschriebene Reaktion der Salze von Jodatropin wurde auf folgende Weise erhalten:

Auf ein Sublimat wurde ein kleines Tröpfchen Wasserstoffsuperoxyd gebracht, eine Spur Salzsäure (Schwefelsäure, Salpetersäure oder Weinsäure) zugegeben und nun das Tröpfchen zur völligen Auflösung des ganzen Sublimates mit einem Glasstäbchen auf dem Plättchen herumgeführt. Dann wurde mit dem Platindraht ein wenig Jodkalium an den Rand des Tröpfchens gebracht. Es entstand zuerst eine bräunliche, pulverige Trübung; im Verlaufe von 5 bis 10 Minuten bildeten sich dann die charakteristischen Kristalle des Jodatropinsalzes, besonders schön am Rande des Tropfens. Das Chlorhydrat des Jodatropins besteht aus monoklinen Prismen, welche lebhaft polarisieren und starken Dichroismus zeigen von strohgelb bis gelbbraun.

2. Viel schöner und prompter verläuft die folgende Reaktion mit Brombromkalium, welche ich für Atropin und Hyoscyamin aufgefunden habe:

Das Sublimat wird in einem möglichst kleinen Tröpfchen ½ Normal-Schwefelsäure gelöst und ein Tröpfchen Brombromkalium (frisch bereitetes Reagens: 1 g Br, 2 g JK, 20 g H_2O) zugegeben. Es entsteht sogleich eine eigelbe Trübung, aus welcher sich fast augenblicklich zahlreiche, gelbe, spindelförmige bis walzenförmige Nadeln abscheiden. Sie zeigen schiefe Auslöschung und sind teils isoliert, teils gekreuzt oder sternförmig angeordnet. Daneben treten H-förmige und rautenförmige Kristallskelette auf. — Die Reaktion ist vorübergehend. Während das Brom aus der Lösung verdunstet, wird diese wieder farblos; die Kristalle scheinen zu schmelzen, verlieren ihre scharfen Konturen und verschwinden dann vollständig. Durch erneute Zugabe eines Tröpfchens Brombromkalium kann aber die Reaktion beliebig oft wieder hervorgerufen werden. Sie ist sehr empfindlich und wurde ausser mit Atropin auch mit Hyoscyamin erhalten. — Es dürften bei dieser Reaktion wohl unbeständige Brom-Additionsprodukte von bromwasserstoffsaurem Atropin entstehen, die vielleicht ähnlich zusammengesetzt sind wie die Jod-Additionsprodukte des jodwasserstoffsauren Atropins. Man kennt nach Beilstein (L 5):

Atropin-HJ-J_2, Atropin-HJ-J_4, Atropin-HJ-J_8. Die letzte Verbindung lässt schon bei 90° Jod entweichen.

Homatropin.

F 95—98,5.

Zu den Versuchen wurde reines, kristallisiertes, von Merck bezogenes Homatropin verwendet und dieses bei 8—9 mm Druck der Sublimation unterworfen. Die Resultate der Versuche waren ausserordentlich verschieden. In den einen Fällen wurde gar kein Sublimat erhalten; in anderen Versuchen konnte bei 81—92° BT auf dem Plättchen ein feiner, grauweisser Anhauch beobachtet werden. Im weiteren Verlauf der Sublimation zeigte dieser entweder keine Differenzierung, oder es entstanden einzelne Höfe mit prismatischen Kriställchen.

Der Anhauch bestand unter dem Mikroskop aus amorphen Tröpfchen. Beim Aufbewahren bildeten sich in den Sublimaten oft ähnliche Kristallisationen wie beim Atropin. Bei der Sublimation des Homatropins tritt wahrscheinlich eine Zersetzung ein.

Physostigmin.

F 102—103.

Zur Sublimation gelangte ein von Gehe & Co. bezogenes reines Physostigmin. Die Versuche wurden bei 8,5—9,5 mm Druck ausgeführt. Bei 97—112° BT und ca. 40° IT erschien in der Mitte des Plättchens ein schwacher, grauweisser Anhauch, der sich langsam ausbreitete und dichter wurde, aber weder von Auge noch mit der Lupe eine Kristallbildung erkennen liess. Bei 125° BT und 56—60° IT wurde die Sublimation unterbrochen. Beim Erhitzen auf höhere Temperaturen zeigten sich in der Mitte des Plättchens bald von Auge sichtbare Tröpfchen.

Unter dem Mikroskop bestanden die Physostigminsublimate aus einem Felde amorpher Tröpfchen, die in den mittleren Teilen oft etwas zerflossen, gegen den Rand hin sehr klein waren. Doch fanden sich auch mitten im Sublimat oft noch Partien sehr kleiner Tröpfchen. Makroskopisch erschienen diese Stellen in den Beschlägen als weissliche Punkte. Kristalle konnten in den Sublimaten entweder gar keine wahrgenommen werden, oder aber es erschienen bei starker Vergrösserung 1—2 gut ausgebildete, aber sehr kleine in Höfen liegende Prismen. Eine kristallographische Bestimmung war wegen der Kleinheit der Gebilde ausgeschlossen.

Der Dampfdruck des festen Physostigmins ist klein. Selbst in der Nähe des Schmelzpunktes verdampft der Körper nur in geringem Masse. Auch wenn eine halbe Stunde lang sublimiert wurde, blieben die Kriställchen in den Sublimaten noch so klein, dass sie von Auge oder mit der Lupe nicht wahrgenommen werden konnten. Man müsste wohl sehr lange erhitzen, um grössere Kristalle zu erhalten.

Beim Aufbewahren erlitten die Sublimate Veränderungen. In manchen trat Rotfärbung ein, die von dem bekannten Zersetzungsprodukt des Physostigmins, dem Rubreserin herrührt. In vielen Sublimaten entstanden auch Kristallisationen. Es verwandelten sich fast alle Tröpfchen in zusammenhängende Aggregate feinster, prismatischer Kriställchen. An den Randpartien erschienen oft grössere, rhombische Prismen mit gut ausgebildeten Flächen.

Mikrochemische Reaktionen des Physostigmins sind nicht bekannt. Die dentität des sublimierten Körpers konnte durch folgende Farbreaktion festgestellt werden:

Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung mit zwei Tropfen Ammoniak versetzt und auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Es entstand zunächst ein roter, dann blaugrün werdender Rückstand, der sich in Alkohol löst und auf Zusatz eines Tröpfchens verdünnter Essigsäure eine violette Farbe annimmt.

Hydrastin.

F 132.

Die Sublimationsversuche wurden mit einem von der Firma Parke, Davis & Co. stammenden, reinen Präparat bei 6—10 mm Druck ausgeführt. Hydrastin hat einen sehr geringen Dampfdruck. Erst bei 128—144° BT und 59—70° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein schwacher, grauweisser Anhauch, der nur langsam dichter wurde. Eine Kristallisation konnte weder von Auge noch mit der Lupe konstatiert werden. Bei 160° BT und 70—80° IT wurde die Sublimation unterbrochen. Die im Näpfchen verbleibende

Substanz war zu grünlichgelben Tröpfchen geschmolzen. Die Sublimate erschienen matt, grauweiss. Einzelne zeigten auf weisser Unterlage einen grünlichgelben Stich. Die Beschläge sind nicht charakteristisch. Sie bestehen unter dem Mikroskop aus lauter feinen, amorphen Tröpfchen. Nur in einzelnen Fällen konnten in den Sublimaten einige feine, isolierte oder gekreuzte Nadeln gefunden werden. Die Tröpfchen sind bei Zimmertemperatur fest, glasig und lassen sich mit der Nadel pulverig abreiben.

Beim Aufbewahren zeigten nach drei Wochen alle Sublimate Veränderungen. Bei den meisten war schon von blossem Auge eine grössere oder kleinere Zahl weisser Flecken zu erkennen, die sich bei mikroskopischer Betrachtung als Kristallisationszentren erwiesen. An einzelnen Stellen leuchteten die tröpfchenförmigen Gebilde im polarisierten Licht stark auf und liessen kurze, gerade auslöschende Kristallnadeln erkennen. Oft waren diese aus den Tröpfchen herausgewachsen, hatten sich mit andern Nadeln zusammengefügt und bildeten nun zarte, haarförmige oder schnurförmige, krummlinige Aggregate oder dichtere, moosartige Kristallisationen, deren Enden in die Zone der amorphen Tröpfchen verliefen.

Nach Grutterink (L 18) sublimiert Hydrastin leicht vom Objektträger, gibt aber nur pulverige Beschläge, die weder durch Anhauchen noch durch teilweise Lösung zum Kristallisieren gebracht werden können.

Reaktionen der Hydrastinsublimate.

Von Behrens werden keine mikrochemischen Reaktionen angegeben. Hingegen empfiehlt Grutterink (L 18) zum Nachweis des Hydrastins in Sublimaten besonders die Fällung mit Paranitrophenylpropiolsäure. Ich hatte nicht Gelegenheit, die Reaktion nachzuprüfen. Die folgenden Farbreaktionen konnten an den Sublimaten mit gutem Erfolg ausgeführt werden:

1. Konzentrierte Schwefelsäure färbt in der Kälte nicht, in der Wärme schmutzig violett.

2. Ein Sublimat wurde in einem Tröpfchen verdünnter Schwefelsäure gelöst und ein Stäubchen Kaliumpermanganat zugegeben. Infolge Hydrastininbildung tritt eine schön blaue Fluoreszenz ein, welche auf schwarzer Unterlage gut konstatiert wird. Die Reaktion kann nach Gadamer (L 15) als charakteristische Identitätsreaktion für Hydrastin gelten. Gibt man zuviel Kaliumpermanganat zu, so gelingt die Reaktion nicht, man erhält dann eine starke braunrote Trübung und Abscheidung von Mangansuperoxyd.

Cocain.

F 98.

Die Versuche wurden mit Cocain pur. cryst. Merck bei zirka 10 mm Druck ausgeführt. Bei 75—90° BT und 29—42° IT zeigte sich in der Mitte des Plättchens ein erster zarter, bläulichweisser

Anhauch, der sich allmählich gegen den Rand hin ausbreitete und schliesslich dichter grauweiss erschien. Bei 109—130° BT machte sich der Beginn einer Kristallisation im Sublimat bemerkbar. Von einzelnen Punkten aus bildeten sich strichartige Höfe, die sich nach allen Richtungen im Anhauch verbreiteten und verzweigten. In diesen Höfen, welche meist einen krummlinigen Verlauf zeigten, liessen sich glänzende, fadenförmige Kristallisationen erkennen. Allmählich entstanden im Sublimat ein bis viele pinsel- oder büschelförmige Gebilde. Bei einzelnen Sublimationsversuchen wurden aber im Sublimat auch keine Kristallisationen erhalten, sondern es entstand nur ein homogener Anhauch. Bei 135° BT wurden die Versuche unterbrochen. Der Anhauch war dann in den mittleren Teilen des Plättchens oft zu grösseren, von Auge sichtbaren Tröpfchen zusammengeflossen. Wurde bei der Sublimation noch höher erhitzt, so erschienen auf dem Plättchen immer mehr Tröpfchen, und plötzlich schmolzen auch die Kristalle zu solchen zusammen.

Bei schwacher Vergrösserung bestehen die Sublimate des Cocains aus einem Felde amorpher, klar durchsichtiger Tröpfchen, die in den mittleren Teilen des Plättchens am grössten, gegen den Rand hin sehr klein sind. In diesem Felde zerstreut liegen ein bis viele verzweigte Kristallisationen, in deren nächster Umgebung die Tröpfchen verschwundens ind (vergl. Fig. 9 der Tafel). Die Kristalle sind in den mittleren Teilen des Sublimates meist dicker, gegen die Peripherie hin feiner bis haarförmig. Bei stärkerer Vergrösserung (180 mal) bestehen die Kristallisationen aus gerade auslöschenden Prismen und Nadeln. Vereinzelt finden sich auch kleine, im Umriss rautenförmige Einzelkristalle, oft in besonderen kleinen Höfen. In der Tröpfchenzone der Fig. 9 erscheint ein solches Kriställchen sehr deutlich. Fig. 10 zeigt einen solchen Einzelkristall bei stärkerer Vergrösserung. Die Kristallaggregate weisen Querabsonderung auf. Die optische Axe liegt in der prismatischen Zone. $\mathfrak{c} = \mathfrak{a}$. Die Kristalle sind wahrscheinlich einaxig; die Bestimmung im convergenten Licht ergab für Zweiaxigkeit ein negatives Resultat; die Kristalle gehören also dem tetragonalen oder hexagonalen System an.

Wo die Kristallaggregate den tröpfchenförmigen Gebilden sehr benachbart waren, zeigten sich einzelne kristallinisch erstarrte Tröpfchen. Bei stärkerer Vergrösserung konnte an solchen Stellen in frisch hergestellten Sublimaten eine fortschreitende Kristallisation beobachtet werden. Der interessante Prozess beginnt an ein oder zwei Stellen am Rande des Tropfens und schreitet ziemlich rasch weiter. In die klare Flut des amorphen Tropfens ergiesst sich gleichsam eine graue, körnig kristallinische Schuttwelle. Auch das

Reiben mit einer Nadelspitze in der amorphen Tröpfchenzone bewirkte augenblicklich Kristallinischwerden der betreffenden Stellen. Die noch amorphen Tröpfchen zeigten beim Durchstreichen mit der Nadel eine dickflüssige Konsistenz.

Schon eine Stunde, nachdem das Sublimat aus dem Apparat genommen worden war, konnten in den mittleren Partien des Anhauchs von blossem Auge matte, kristallinische Flecken wahrgenommen werden. Eine solche Partie ist auch im Tröpfchenfelde der Fig. 9 deutlich zu sehen. Nach Verlauf einiger Stunden verbreitete sich die Kristallisation über das ganze Plättchen. An den Randpartien des Anhauchs entstanden dann oft noch fadenförmige Aggregate feiner Nädelchen.

Die unterkühlten Tröpfchen des Cocains besitzen also bei gewöhnlicher Temperatur ein grosses, spontanes Kristallisationsvermögen und eine bedeutende Kristallisationsgeschwindigkeit (vergl. S. 304). Zu übereinstimmenden Resultaten ist vor einigen Jahren Tammann (L 59) gelangt, als er die Abhängigkeit der Kernzahl unterkühlter Schmelzen von der Temperatur untersuchte. Er fand, dass geschmolzenes Cocain durch rasches Abkühlen leicht als Glas erhalten werden kann, und dass diese Schmelze bei 20° innert 12 Stunden entglast.

Dieses rasche Kristallinischwerden der amorphen Tröpfchen, wie es in frisch hergestellten Sublimaten unter dem Mikroskop verfolgt werden kann, ist für Cocain sehr charakteristisch. Ebenso sind die beschriebenen und während der Sublimation entstandenen Kristallaggregate sehr typisch. Besonders auffallend sind solche Bilder von Sublimaten, wie die auf Fig. 9 und 10 der Tafel wiedergegebenen, wo zwischen den Strahlen der Kristallisationen die ansehnlichen Tröpfchen liegen, teilweise noch durchsichtig amorph, teilweise schon körnig kristallinisch. Es ist aber bereits oben bemerkt worden, dass die schönen und charakteristischen Kristallbildungen, welche in den Beschlägen während der Sublimation selbst entstehen, wohl in den meisten, aber nicht in allen Sublimaten erhalten wurden. Ich habe bisher durch das Experiment nicht ermitteln können, von welchen Faktoren ihre Bildung abhängt, glaube aber, dass bei der Entstehung von Kristallisationszentren in so kleinen Substanzmengen, wie sie die tröpfchenförmigen Mikrosublimate darstellen, der Zufall eine gewisse Rolle spielt. Der Ort der Kernbildung in einer unterkühlten Schmelze ist ja überhaupt dem Zufall unterworfen, und so trägt nach Tammann (L 59/60) auch die Kernzahl für kleine Volumina und kleine Zeiten ganz besonders den Charakter des Zufälligen. Die Kernzahl ist proportional der Expositionszeit und dem Volumen der

Flüssigkeit. Es wäre durch eine grosse Zahl von Versuchen zu prüfen, ob die Wahrscheinlichkeit, im Sublimat Kristalle zu erhalten, auch bei diesen kleinsten, amorphen Beschlägen noch proportional ist der Dauer der Sublimation und den Cocainmengen, welche zur Sublimation gelangen. Ich hoffe, dass es mir vergönnt sein werde, die hier obwaltenden Verhältnisse weiter aufzuklären.

Wenn man nun auch vorläufig nicht mit Sicherheit auf Kristallbildung während der Sublimation zählen kann, gibt die Mikrosublimationsmethode gleichwohl schon wertvolle Anhaltspunkte für den Nachweis des Cocains: einmal ist die niedere Sublimationstemperatur des Körpers charakteristisch (vergl. S. 390); dann aber auch das stets eintretende rasche Kristallinischwerden der Tröpfchen beim Aufbewahren der Sublimate.

Behrens (L 3) hat bereits die Mikrosublimation des Cocains versucht, erhielt aber nur tröpfchenförmige Beschläge, die beim Erwärmen mit Wasser kristallisierten. Er empfiehlt die Sublimation zur Trennung des Cocains vom Atropin. Die Trennung dürfte sich durch die Vakuumsublimation noch glatter und vor allem sicherer ausführen lassen, da die Temperaturen besser reguliert werden können. Ich beobachtete die Entstehung des ersten Sublimates beim Cocain zwischen 75 und 90°, beim Atropin zwischen 93 und 110° BT. — Da durch die Vakuumsublimation schon bei so niederen Temperaturen Sublimate von Cocain erhalten werden, so dürfte noch nachzuprüfen sein, ob dieser Körper im Gegensatz zu den Literaturangaben nicht doch mit Wasserdampf flüchtig ist, wenn auch nur in geringer Menge. Nach Behrens (L 3) ist auch Atropin mit Wasserdämpfen spurenweise flüchtig.

Reaktionen der Cocainsublimate.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens:

1. Platinchlorid-Salzsäure. Ein Tröpfchen des Reagens direkt auf das Sublimat gebracht, erzeugt fast augenblicklich ein Haufwerk blassgelber, federförmig zusammengelagerter Kristalle und Kristallskelette; auch kammartige Formen, gerippte und geschuppte kleine Plättchen und strahlige Büschel langer Nadeln treten auf. Die Reaktion ist sehr empfindlich.

2. Goldchlorid-Salzsäure. Ein Tröpfchen auf das Sublimat gebracht, erzeugt sogleich massenhaft gelbe „gestrickte" Dendriten und x-förmig gekreuzte Nadeln von Cocainchloraurat. (Abbildung bei Behrens.)

3. Ferrocyankalium bewirkt in der Lösung eines Cocainsublimates in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure rasch eine Kristallisation farbloser, rautenförmiger Plättchen und grosser Rosetten. Die einzelnen Formen sind sehr variabel.

Permanganatreaktion nach Giesel und Senft (L 54). Auf das Sublimat wurde ein kleines Tröpfchen verdünnter Schwefelsäure und an dessen Rand eine Spur gepulvertes Kaliumpermanganat gebracht. Es traten rasch die charakteristischen rosafarbenen Kügelchen auf und nach einigen Minuten die dünnen, fast rechtwinkligen Plättchen von Cocainpermanganat; häufig sind sie zu Gruppen vereinigt oder

sitzen an den Enden strauchartiger Gebilde. Oft sind die Kristalle auch mehr nadel- oder haarförmig ausgebildet und erscheinen als zierliche Büschel und Sträucher.

Kaliumjodatreaktion nach Vitali. Es wurde ein Tröpfchen konz. Schwefelsäure auf das Sublimat gebracht und ein Körnchen reines Kaliumjodat zugegeben. In der Kälte trat keine Färbung ein, beim Erwärmen des Objektträgers erschienen nacheinander braune, gelbgrüne und violette Farben. Über den Wert dieser Reaktion vergleiche Gadamer (L 15, S. 573).

Nach Grutterink (L 18) ist auch Naphtalinsulfosäure ein gutes Reagens für den mikrochemischen Nachweis des Cocains. — Die beschriebenen Reaktionen mit Goldchlorid, Platinchlorid und Kaliumpermanganat sind sehr charakteristisch; sie dürften zusammen mit der Sublimationsprobe auch in der chemischen Toxikologie Eingang finden, wo es bis jetzt an guten Nachweismethoden des Cocains fehlte.

Brucin.

F 178.

Die Sublimationen wurden mit Brucin cryst. puriss. Merck bei 8,5—12 mm Druck ausgeführt. Bei 157—175° BT und 67—85° IT wurde auf dem Plättchen ein erster bläulichweisser Anhauch bemerkt, der sich im weiteren Verlaufe der Sublimation ausbreitete und dichter wurde, ohne sonstige Veränderungen zu zeigen. Auch beim Betrachten mit der Lupe konnten keine Kristalle wahrgenommen werden. Bei 180° BT war die Substanz im Näpfchen geschmolzen. Bei 200° BT wurde der Versuch unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 22 auf 200° betrug 24 Minuten.

Die Sublimate des Brucins bestanden aus einem matten Anhauch, der von Auge keinerlei Differenzierung zeigte. Bei schwacher mikroskopischer Vergrösserung bestand der Anhauch aus einem Felde klar durchsichtiger, amorpher Tröpfchen. Bei den einen Sublimaten konnten keine Anzeichen von Kristallisationen entdeckt werden; bei anderen fanden sich in den mittleren Partien in wenigen kleinen Höfen langgestreckte Kriställchen, welche sich bei stärkerer Vergrösserung als Aggregate kleiner, gerade auslöschender, prismatischer Nadeln erwiesen (vergl. Fig. 2 der Tafel). In der Längsrichtung der Kristalle liegt die Axe der kleinsten Elastizität. c = c. Axenbilder konnten nicht erhalten werden.

Eine grosse Zahl von Sublimationsversuchen ergab stets die gleichen, wenig Interessantes bietenden Resultate. In einem besonderen Sublimationsversuch wurde das Erhitzen des Brucins bis 240° fortgesetzt, wobei der Körper im Näpfchen zu einer gelblichen Flüssigkeit schmolz. Im Sublimat wurden neben den Tröpfchen nur zwei Kristalle erhalten, welche nicht grösser waren, als die der übrigen Beschläge.

Helwig (L 23), der zuerst die Mikrosublimation des Brucins versucht hat, erhielt von demselben weissliche Anflüge, welche unter

dem Mikroskop aus isolierten, durchsichtigen, runden Körnchen bestanden; oft hatten seine Sublimate das Aussehen von kleinen zerflossenen Fetttropfen. Die runden Körnchen dürften wohl meinen tröpfchenförmigen Gebilden entsprechen. Wynter Blyth (L 6) erhielt bei der Sublimation des Brucins bei 150° eine leichte Trübung auf dem Plättchen, glaubte aber, dass sie eher durch eine Zersetzung, als durch eigentliche Sublimation des Alkaloids zustande komme. Auch Behrens (L 3) gibt an, dass die Sublimation des Brucins hohe Temperaturen erfordere, und dass dabei der grösste Teil des Körpers zersetzt werde.

Aus den unten angegebenen Reaktionen, welche mit den Sublimaten ausgeführt wurden, geht hervor, dass dieselben auf jeden Fall unverändertes Brucin enthielten. Ob ein anderer Teil des Körpers sich beim Sublimieren wirklich zersetzt, was mir wenig wahrscheinlich erscheint, müsste durch eine genaue Analyse bewiesen werden. Bis dahin darf wohl angenommen werden, dass Brucin sich im Vakuum unzersetzt sublimieren lässt, dass aber die Sublimation nur langsam vor sich geht.

Es scheint, dass das reine Brucin eine geringe Kristallisationsfähigkeit besitzt. Selbst nach 2 Monaten konnte in den tröpfchenförmigen Sublimaten keine Kristallisation beobachtet werden. Beim Durchstreichen der Tröpfchen mit einer Nadel erwiesen sich dieselben als hartes Glas. Auch Tammann (L 59) hat schon früher gefunden, dass geschmolzenes Brucin durch Abkühlen leicht in amorphes Glas verwandelt werden kann, welches im Laufe mehrerer Monate keine Entglasung zeigt.

Da tröpfchenförmige Beschläge fast bei allen Körpern beobachtet wurden, so ist das Sublimat des Brucins allzuwenig charakteristisch, als dass es zum Nachweis verwendet werden könnte.

Trennung des Strychnins und Brucins.

Grutterink (L 18) versuchte Strychnin und Brucin nach der Behrens'schen Sublimationsmethode zu trennen, fand aber, dass das Brucin bei der Sublimation eine sehr hohe Temperatur erfordere und grösstenteils zersetzt werde; hingegen sei Strychnin bei vorsichtigem Erhitzen unzersetzt sublimierbar und gebe einen pulverigen Beschlag, der durch Ammoniak leicht zum Kristallisieren gebracht werden könne. — Unsere Sublimationsversuche im Vakuum ergaben nicht nur ganz andere Resultate bezüglich des Aussehens der Strychninsublimate (vergl. dieses), sondern zeigten auch, dass Strychnin und Brucin bei den gleichen Temperaturen sublimieren, und dass infolgedessen eine Trennung der beiden Körper durch Sublimation nicht möglich ist.

Reaktionen der Brucinsublimate.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Fällung der reinen Base. Das Sublimat wurde durch ein Tröpfchen verdünnter Salzsäure aufgenommen, über kleiner Flamme zur Trockene verdampft, der Rückstand in einem Tröpfchen Wasser gelöst und ein Tropfen Ammoniak zugegeben. Es entstand eine fein pulverige, bräunliche Trübung. — Verzweigte Kristallisationen konnten nicht erhalten werden (vgl. Behrens). Dagegen wurden bei der Fällung mit Natriumkarbonat grauweisse, scheibenförmig gruppierte, verästelte Nadeln erhalten.

2. Platinchlorid-Salzsäure bewirkte auf einem Brucinsublimat nach einigen Minuten eine Kristallisation von Nadelbüscheln des Brucinchloroplatinates.

3. Kaliumbichromat. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung zur Trockene verdampft, der Rückstand durch ein Tröpfchen Wasser aufgenommen und etwas Kaliumbichromat zugegeben. Nach einigen Minuten entstanden derbe, gelbe Prismen, die zu unregelmässigen Sternen verwachsen sind.

4. Ferrocyankalium erzeugte in der Lösung eines Sublimates in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure rasch kleine, stabförmige Kriställchen.

Farbreaktionen.

1. Ein Tröpfchen konz. Salpetersäure färbt das Brucinsublimat blutrot und allmählich gelb. Die Farbe durch tropfenweisen Zusatz verdünnter Zinnchlorürlösung in Violett umzuwandeln, wollte bei den kleinen Substanzmengen nicht gelingen.

2. Konz. Schwefelsäure löst farblos; auf Zusatz einer Spur Salpetersäure wurde die Lösung blutrot.

Papaverin.

F 147.

Zu den Versuchen diente von E. Merck bezogenes Papaverin pur. cryst., welches ein weisses, mikrokristallinisches Pulver darstellt. Die Sublimationen wurden bei 9—10 mm Druck ausgeführt. Bei 132—149° BT und 50—67° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein bläulichweisser Anhauch, der aus mikroskopisch feinen Tröpfchen besteht. Er breitete sich allmählich aus und erschien schliesslich dicht weiss. Meist zeigte das Sublimat keine weitere Veränderung. In einzelnen Fällen hingegen entstanden im Anhauch winzige, durch die Lupe wahrnehmbare Höfe mit Kriställchen, oder es erschienen weisse Punkte, die sich rasch zu kreisförmigen oder fächerförmigen, strahlig kristallinischen Flecken ausbreiteten. Bei 175° BT und 67—87° IT wurden die Sublimationen unterbrochen.

Die Sublimate des Papaverins zeigen ein recht verschiedenartiges Aussehen. Entweder bestehen sie unter dem Mikroskope nur aus einem Felde amorpher Tröpfchen, oder es erscheinen in diesem Felde einzelne kleine rundliche Höfe, in welchen kleine, gut ausgebildete Einzelkristalle oder Aggregate kurzer Prismen liegen. Die Kristallindividuen erinnern in ihrem Habitus oft an Morphinkristalle, sind

aber kleiner. An ihre Kanten setzen sich oft Nädelchen an, welche parallel der Längsrichtung von den Prismen abstehen. In andern Sublimaten erscheinen im Tröpfchenfeld grössere, unregelmässige Höfe mit Aggregaten schuppiger Täfelchen oder schlecht ausgebildeter Prismen. Sie zeigen strauchartige oder armleuchterartige Formen; oft erinnern sie auch an Gramineen; am Ende der halmartigen Gebilde sitzt dann meist ein linsenförmiges Kristallschüppchen, welches aus einem amorphen Tröpfchen entstanden ist. Beim Aufbewahren zeigten die Sublimate nach zwei bis drei Tagen weisse, rundliche Flecken, die aus kristallinisch gewordenen Tröpfchen bestehen. Allmählich erstreckt sich diese Kristallisation fast über das ganze Sublimat. Dabei kommt oft in der Umgebung der Höfe eine Zonenbildung zustande, indem einzelne Tröpfchenpartien noch teilweise amorph bleiben. Aus den kristallinisch gewordenen Tröpfchen wachsen hie und da einzelne Nadeln heraus und reihen sich mit andern zu schnurförmigen, oft auch verzweigten Aggregaten aneinander. Solche Bildungen erscheinen besonders in der Randpartie der Sublimate, wo die Kristallisationen in die Zone der feinsten Tröpfchen hinein wachsen. Wenn wir die Resultate zahlreicher Sublimate vergleichen, so ergibt sich, dass das spontane Kristallisationsvermögen bei der Dampfkondensation des Papaverins klein ist, so gering, dass man selbst bei der Sublimation grösserer Mengen (mehr als 1 mg) nicht mit Sicherheit darauf rechnen kann, in den Beschlägen Kristalle zu erhalten. Der Habitus der Kristalle und Aggregate ist wenig konstant. Die Kriställchen bleiben klein, selbst wenn ziemlich lange sublimiert wird. Bei Zimmertemperatur scheint das spontane Kristallisationsvermögen der amorphen, unterkühlten Form ziemlich bedeutend zu sein. Binnen 24 Stunden war fast jedes grössere Tröpfchen des Sublimates kristallinisch. Diese Erfahrungen bestätigen die Resultate Tammanns (L 59), welcher gefunden hat, dass eine Papaverinschmelze sich durch rasches Abkühlen in ein amorphes Glas verwandeln lässt, welches bei 20° in 24 Stunden entglast.

Der Nachweis des Papaverins durch die Sublimationsmethode erscheint wenig empfehlenswert, da die Kristallisation in den Beschlägen allzuwenig charakteristisch ist. Guy (L 19) erhielt von Papaverin gelegentlich kristallinische Sublimate. Nach Waddington (L 67) sublimiert der Körper bei langem und sorgfältigem Erhitzen in vollkommenen Kristallen. Wynter Blyth (L 6) gibt an, dass Papaverin zwischen 100 und 150° sublimiere, aber keine kristallinischen Sublimate bilde. Aus den schon oben gemachten Angaben (Schmelzpunkt 147°; Konstatierung des ersten Sublimates bei 132—149°) geht hervor, dass der Dampfdruck des Papaverins klein

ist. Dies wird auch durch die Versuche von Kempf (L 28) bestätigt, welcher im Vakuum nur eine äusserst geringe Sublimationsgeschwindigkeit erzielte, selbst wenn das Papaverin über den Schmelzpunkt erhitzt wurde.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens:

1. Ferricyankalium fällte aus der Lösung eines Papaverinsublimates in einem Tröpfchen verdünnter Essigsäure nur wenige Sphärolite. Viel bessere Resultate gab die Reaktion mit

2. Mercurichlorid. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen verdünnter Salzsäure gelöst und etwas Mercurichlorid an den Rand des Tropfens gebracht. Es entstand zuerst eine fein pulverige Fällung, bald aber erschienen grössere quadratische und gebogene Täfelchen, welche meist zu dichten Rosetten vereinigt waren (Abbildg. bei Behrens).

Piperin.

F 128—129,5.

Die Sublimationsversuche wurden mit Piperin pur. Merck ausgeführt. Das Präparat bestand aus schwach gelb gefärbten, derben Prismen, welche ein weisses Pulver gaben. Es wurde sublimiert bei 8—10 mm Druck. Bei 127—145° BT und 50—65° IT konnte in der Mitte des Plättchens ein schwacher, grauweisser Anhauch beobachtet werden. Derselbe wurde im weiteren Verlauf der Sublimation dichter und breitete sich gegen den Rand des Plättchens aus, ohne eine Differenzierung zu zeigen. Nur in sehr wenigen Fällen konnten bei scharfer Beobachtung mit der Lupe im mittleren Teil des Sublimats Kriställchen als weisse Pünktchen beobachtet werden. Bei 160° BT und 75—85° IT wurden die Sublimationen unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 20 auf 160° betrug 15 Minuten. Wenn der Körper bis 200° BT erhitzt wurde, so erschienen im Zentrum des Plättchens von Auge sichtbare Tröpfchen.

Die Piperinsublimate bestanden unter dem Mikroskop oft nur aus einem Felde farbloser, amorpher Tröpfchen; bei der Mehrzahl der Sublimate liessen sich aber in den mittleren Teilen des Tröpfchenfeldes vereinzelt kleine Kristalle erkennen. Teils waren es längere, gut ausgebildete Stäbe oder Nadeln, teils kurze Prismen mit schiefer Endabgrenzung. Sie löschen schief aus. Gemessene Auslöschungsschiefen: 34°, 35°, 35°, 36°, 37°, 37°, 37°, 38°, 39°. Daneben erscheint aber auch gerade Auslöschung. Da nur eine Auslöschungsschiefe vorkommt (36—37°) neben der konstatierten geraden Auslöschung, so liegt das monokline System vor. Axenbilder konnten wegen der Kleinheit der Kristalle nicht erhalten werden.

Die Kristalle erschienen in den einen Sublimaten sehr zahlreich, in den andern nur spärlich. Verzweigte Aggregate konnten nur in

einem Sublimat beobachtet werden. Meist sind die Kristalle vereinzelt und klein. Man muss schon eine halbe Stunde lang sublimieren, um grössere Individuen zu erhalten, und darf dabei die Bad-Temperatur nicht über 160° steigen lassen, weil sonst das Plättchen die Schmelztemperatur des Piperins erreicht (bei ca. 85° IT).

Beim Aufbewahren der Sublimate entstanden in den amorphen Tröpfchen, welche in der Nähe der Kristalle lagen, hie und da Kristallisationen aus feinen Nadeln. Solche setzen sich oft auch als dicker Filz an die bei der Sublimation entstandenen grösseren Kristalle an. Die Mehrzahl der Tröpfchen verblieb aber selbst bei Monate langem Aufbewahren der Sublimate amorph. Die Kernzahl des unterkühlten Piperins ist klein. Nach Untersuchungen Tammanns (L 60) hat sie ihr Maximum bei 40°. Bei Zimmertemperatur stellten die tröpfchenförmigen Gebilde der Piperinsublimate ein festes Glas dar, das sich mit der Nadel als gelbes Pulver abreiben liess. Der Dampfdruck des Piperins ist klein. Es wurden meist erst über der Schmelztemperatur Sublimate erhalten. Wenn in den Sublimaten Kristalle auftreten, so sind diese für Piperin recht charakteristisch. Nach Dauber (L 11) kristallisiert der Körper in rhombischen Prismen, nach Schabus (L 49) in monoklinen Säulen.

Mikrochemische Reaktionen des Piperins sind nicht bekannt. Sehr empfindlich wirkt konzentrierte Schwefelsäure auf den Körper ein. Wenn ein Tröpfchen auf ein Sublimat gebracht wurde, so färbte es sich blutrot. Die Farbe ging allmählich in dunkelbraun über; auf Zusatz eines Tröpfchens Wasser verschwand sie sofort, und es entstand ein gelblicher, amorpher Niederschlag.

Scopolamin-HBr.

(Hyoscin-HBr.)

F 191—192.

Der langjährige Streit über die Zusammensetzung und Benennung dieser beiden Körper ist bekanntlich damit erledigt worden, dass E. Schmidt und O. Hesse die Identität des Hyoscin Ladenburg mit dem Scopolamin Schmidt festgestellt haben, für welches letztere die Formel $C_{17}H_{21}NO_4$ gefunden worden war. Merck hat diese Identität bestätigt und dementsprechend den Namen Hyoscin als Bezeichnung für eine chemische Verbindung aufgegeben. Das Wort dient nur noch zur Bezeichnung der Provenienz der Scopolamin-Präparate. Merck gewinnt sein Scopolamin aus Scopolina-Arten, das Hyoscin aus Hyoscyamus niger (L 34).

Es wurden mit den beiden von Merck bezogenen Präparaten Sublimationsversuche ausgeführt und dazu die bromwasserstoffsauren Salze benützt, weil die reine Scopolaminbase nur schwer kristallisiert. Die

Identität der beiden Körper hat sich auch dadurch bestätigt, dass sie bei der Sublimation das gleiche Verhalten zeigten.

Die Versuche mit Scopolamin-Bromhydrat wurden bei 7—9,5 mm Druck ausgeführt. Bei 146—160° BT erschien auf dem Plättchen ein homogener, grauweisser Anhauch. Eine Kristallisation konnte im Sublimat nicht konstatiert werden. Bei 185° BT wurde die Sublimation unterbrochen.

Das Hyoscin-Bromhydrat wurde bei 8—10 mm Druck sublimiert. Bei 150—174° BT wurde auf dem Plättchen das erste Sublimat sichtbar, welches ebenfalls aus einem homogenen Anhauch bestand. Bei der Fortsetzung der Sublimation bis 185° BT und 74—98° IT erschienen keine Kristalle.

Von sehr kleinen Mengen beider Körper wurden schon Beschläge erhalten, die aber nichts Charakteristisches aufwiesen. Sie bestanden unter dem Mikroskop aus einem Felde amorpher Tröpfchen, welche auch nach mehreren Wochen nicht kristallinisch wurden und beim Durchstreichen mit einer Nadel dickflüssige Konsistenz zeigten. Beim Impfen mit Kristallbruchstücken von Scopolamin-Bromhydrat entstanden in den Tröpfchen rasch Büschel von Kristallnadeln.

Mit den Sublimaten wurden folgende chemische Reaktionen ausgeführt:

1. Durch Auflösen eines Sublimates in einem Tröpfchen verdünnter Salpetersäure und Zugabe eines Kriställchens von Silbernitrat entstand ein gelblicher Niederschlag, womit die Anwesenheit der Bromwasserstoffsäure nachgewiesen ist. Ob nun allerdings das Scopolaminsalz sich ohne Zersetzung sublimieren lässt, oder ob das Sublimat teilweise aus der reinen Base besteht, müsste durch eine quantitative Untersuchung festgestellt werden.

2. Beim Betupfen des Sublimates mit einem Tröpfchen Goldchlorid-Salzsäure entstand eine blassgelbe Trübung. Unter dem Mikroskop zeigten sich kleine, gelbe Tröpfchen, und fast augenblicklich entstanden zarte, moosartige, blassgelbe Kriställchen, rosettenförmige Aggregate feiner Plättchen und grosse, schiefwinklige Kristallskelette. Die Reaktion gelang ausgezeichnet und gab die gleichen Resultate bei beiden Salzen.

Weitere mikrochemische Reaktionen des Scopolamins werden von Bolland (L 7) angegeben.

Aconitin.

F 197—198.

Zu den Versuchen wurde ein von Gehe & Co. bezogenes, reines, kristallisiertes Aconitin benützt und die Sublimationen bei 8—12 mm Druck ausgeführt. Bei 176—190° BT und 67—85° IT konnte in der Mitte des Plättchens das Entstehen eines bläulichweissen, zarten Anhauchs beobachtet werden. Derselbe wurde im weiteren Verlauf der Sublimation langsam dichter, grauweiss, zeigte aber sonst keine Veränderungen, auch wenn bis zu einer Bad-Temperatur von 250° erhitzt wurde. Bei 200° BT und 83—91° IT wurde die Sublimation

meist unterbrochen. Die Dauer des Erhitzens von 25 auf 200° betrug im Mittel 19 Minuten.

Unter dem Mikroskop bestanden die Sublimate aus einem Felde amorpher, wasserheller Tröpfchen, die im Zentrum des Plättchens am grössten, gegen die Peripherie hin kleiner waren. Vereinzelt erschienen winzige, glänzende Körnchen, bei welchen aber infolge ihrer Kleinheit eine Kristallform nicht erkannt werden konnte. Die Tröpfchen blieben selbst nach vier Monate langem Aufbewahren amorph und zeigten weder nach dem Anhauchen noch beim Durchstreichen mit einer Nadel eine Kristallisation.

Helwig (L 23) erhielt von Aconitin Sublimate, welche aus feinen, runden Körperchen und fettartigen Tropfen bestanden; Kristalle hat er nie gefunden. Hingegen erzielte er auf den Sublimaten durch einen Tropfen Ammoniak schöne, charakteristische Kristallbildungen. Auf meinen Sublimaten konnte auf diese Weise keine Kristallisation hervorgerufen werden. Ebenso gelang es nicht, auf den Sublimaten die von Behrens (L 3) angegebene Reaktion mit Silbernitrat zum Nachweis des Aconitins hervorzubringen. Andere zuverlässige Reaktionen des Körpers sind nicht bekannt.

Es besteht bekanntlich eine grosse Verwirrung über die Identität der verschiedenen aus der Gattung Aconitum gewonnenen Alkaloide. Die Handelsprodukte sind zum Teil amorph, zum Teil kristallinisch und zeigen je nach ihrer Provenienz eine sehr verschiedene, physiologische Wirkung. Meine Hoffnung, in der Sublimation eine Methode zu finden, welche die Trennung oder den Nachweis dieser Alkaloide erleichtern könnte, ist leider bis jetzt nicht in Erfüllung gegangen.

Delphinin.

F 192.

Das von Gehe & Co. stammende Präparat Delphinin pur. stellte ein grauweisses, amorphes Pulver dar. Die Sublimationen wurden bei 6—9 mm Druck ausgeführt. Bei 155—166° BT und 70—82° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein bläulichweisser Anflug, der langsam dichter wurde, ohne sonstige Veränderungen zu zeigen. Die Sublimation war sehr träge. Bei 200—205° wurden die Versuche unterbrochen. Die Substanz war im Näpfchen zu bräunlichen Tröpfchen geschmolzen.

Die Sublimate bestanden nur aus einem matten, schwachen Anflug im Zentrum des Plättchens, der unter dem Mikroskop feine amorphe, stellenweise zusammengeflossene Tröpfchen, aber keine Kristallbildungen zeigte. Auch beim Aufbewahren trat in den Beschlägen keine Kristallisation ein.

Charakteristische Reaktionen des Delphinins sind nicht bekannt. — Die Natur der Delphinium-Alkaloide ist noch so wenig aufgeklärt, dass es zweifelhaft erscheint, ob der vorliegende Körper eine einheitliche Substanz oder ein Alkaloidgemenge darstellt (vergl. auch L 29, p. 167).

Narcein.

F 165.

Zur Sublimation gelangte Narcein pur. cryst. Merck, das aus feinen mikroskopischen Nädelchen besteht. Die Versuche wurden bei 10—12 mm Druck ausgeführt. Bei 171—186° BT und ca. 80° IT erschien im Zentrum des Plättchens ein grauweisser Anhauch, der sich allmählich ausbreitete und dichter wurde. Er zeigte dann einen Stich ins Gelbliche, erschien aber auch unter der Lupe vollkommen homogen. Bei 200° BT und ca. 100° IT wurde der Versuch unterbrochen. Die mittlere Dauer des Erhitzens von 25 bis 200° betrug 22 Minuten. Schon wenn der erste Anhauch auf dem Plättchen beobachtet wurde, war die Substanz im Näpfchen zu gelben Tröpfchen geschmolzen. Der Körper besitzt also erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt einen bedeutenderen Dampfdruck. Bei der Unterbrechung der Sublimation waren die Tröpfchen des im Näpfchen verbliebenen Narceins intensiv gelb gefärbt und verbreiteten einen starken Geruch nach Heringslacke (Trimethylamin?).

Die matten, schwach gelben Sublimate zeigten bei mikroskopischer Untersuchung ein Feld grösserer und kleinerer amorpher Tröpfchen ohne Kristallisationen. Auch wenn eine Viertelstunde lang bei 190° BT sublimiert worden war, hatten sich im Sublimat keine Kristalle gebildet. Die tröpfchenförmigen Beschläge blieben selbst nach Monate langem Aufbewahren unverändert. Durchstreichen mit einer Nadel und Anhauchen bewirkten ebenfalls keine Kristallisation. Die tröpfchenförmigen Gebilde stellen bei Zimmertemperatur ein festes Glas dar und lassen sich mit der Nadel als gelbliches Pulver abreiben. Das spontane Kristallisationsvermögen und die Kristallisationsgeschwindigkeit des Narceins scheinen sehr klein zu sein. Auch Tammann (L 59) ist es leicht gelungen, die Schmelze des Narceins durch rasches Abkühlen auf 20° in ein beständiges braunes Glas zu verwandeln.

Im Gegensatz zu diesen Resultaten hat Guy (L 19 und 20) von Narcein gelegentlich kristallinische Sublimate erhalten. Waddington (L 67) hingegen gibt an, dass der Körper nur schwer kristallinisch sublimiere: zuerst entstehen in den Beschlägen tröpfchenförmige Gebilde, an deren Stelle bei sorgfältiger Behandlung nadelförmige Kristalle treten. Nähere Angaben über die Bildung dieser Kristalle oder über die Identität derselben mit dem ursprünglichen Körper

werden von beiden Autoren nicht gemacht. Ich vermute, dass Waddington bedeutend länger sublimiert hat, als es bei unseren Versuchen geschehen ist, da er bei anderen Alkaloiden von mehrstündigem Erhitzen spricht. Wynter Blyth (L 6) erhielt von Narcein gar keine Sublimate.

Ich zweifle nicht daran, dass bei genügend langer Dauer der Sublimation auch im Narceinsublimat sich Kristalle bilden könnten. Für die Praxis der Mikrosublimationsmethode muss aber festgestellt werden, dass die Kristallbildung bei kurz dauernder Sublimation, und wenn nur geringe Mengen von Narcein zum Versuch gelangen, ausbleibt, und dass der Körper selbst im luftverdünnten Raum erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt eine rapidere Verdampfung zeigt.

Um festzustellen, ob bei der Sublimation des Narceins keine Zersetzung eintritt, wurden mit dem geschmolzenen Sublimationsrückstand neue Sublimate hergestellt. Diese ergaben ebenfalls sehr schön die unten beschriebene Behrenssche Reaktion, bestanden also aus unzersetztem Narcein.

Reaktionen der Narceinsublimate.

Mikrochemische Reaktionen nach Behrens.

1. Das Sublimat wurde in einem Tröpfchen stark verdünnter Salzsäure gelöst, etwas Wasser zugegeben und das Alkaloid durch Natriumkarbonat ausgefällt. Beim Einengen der Lösung entstanden am Rande Büschel und Rosetten haarförmiger Kristalle von reinem Narcein (Abbildg. bei Behrens).

Die Reaktion gelingt ausserordentlich gut; hingegen konnte

2. auf Zusatz von Jodkalium und Wasserstoffsuperoxyd nur stellenweise eine schwache Blaufärbung dieser Kristalle beobachtet werden.

Farbreaktionen.

Je ein Tröpfchen des Reagens wurde direkt auf das Sublimat gebracht.

1. Konz. Schwefelsäure färbt gelb, in der Wärme blutrot,

2. Fröhdes Reagens (Molybdänschwefelsäure) dunkel-oliv, allmählich grün.

Colchicin.

F 145.

Das zu den Versuchen benützte Präparat Colchicin pur. cryst. Schuchardt stellte ein blassgelbes, kristallinisches Pulver dar. Die Sublimationen wurden bei ca. 10 mm Druck ausgeführt. Bei zirka 190° BT und 90° IT erschien in der Mitte des Plättchens ein leichter matter Anhauch, der beim weiteren Erhitzen rasch dichter wurde, ohne sonstige Veränderungen zu zeigen. Bei 210° BT wurden die Versuche unterbrochen. Die im Näpfchen verbleibende Substanz war dann zu braunen Tröpfchen geschmolzen.

Die Sublimate waren in der Durchsicht grauweiss, auf weisser Unterlage zeigten sie einen schwachen Stich ins Gelbliche. Unter

dem Mikroskop bestanden sie durchweg aus einem Felde amorpher Tröpfchen, die sich beim Aufbewahren nicht veränderten. Auch wenn die Sublimation bedeutend länger fortgesetzt worden war, wiesen die Sublimate keine Kristalle auf. Da tröpfchenförmige Beschläge als erste Sublimationsprodukte auch bei den meisten andern Körpern entstanden, so ist das Colchicinsublimat in keiner Weise charakteristisch.

Die Beschläge gaben folgende Farbreaktion des Colchicins: ein Tröpfchen konz. Schwefelsäure löste mit gelber Farbe; auf Zusatz eines Körnchens Salpeter ging die Farbe rasch in Grün, Violett und Blassgelb über.

Veratrin.

Das von E. Merk bezogene, reine, offizinelle Veratrin besteht aus einem Gemenge von

Cevadin oder kristallisiertem Veratrin, F 205, und
Veratridin oder amorphem Veratrin, F 150—155.

Die Hoffnung, diese zwei bisher so schwer zu trennenden Körper durch die Sublimation zu isolieren, ist leider nicht in Erfüllung gegangen. Das Gemenge sublimiert äusserst träge. Die Versuche wurden bei 8—10 mm Druck ausgeführt. Bei 180—200° BT konnte auf dem Plättchen ein sehr leichter bläulicher Anflug konstatiert werden, der beim weiteren Erhitzen wenig dichter wurde und keine Differenzierung zeigte. Bei 210° BT wurde die Sublimation unterbrochen. Das im Näpfchen verbleibende Veratrin war dann zu bräunlichen Tröpfchen geschmolzen. Auch wenn bis 250° BT erhitzt worden war, zeigte das Sublimat keine Veränderung.

Unter dem Mikroskope bestanden die schwachen Anflüge nur aus einem Felde feiner Tröpfchen, zwischen denen zerstreut etwas grössere Tröpfchen lagen. Nach E. Schmidt (L 50) genügen geringe Mengen von Veratridin, um das Cevadin an der Kristallisation zu hindern. Diese Wirkung macht sich vielleicht auch bei der Sublimation geltend.

Behrens (L 4) hat die beiden Bestandteile des offizinellen Veratrins einzeln der Sublimation unterworfen und erhielt von kristallisiertem Veratrin ein einheitliches, aber amorphes Sublimat; das amorphe Veratrin ergab zwei Sublimate, von denen das eine durch Erwärmen mit Wasser zum Kristallisieren gebracht werden konnte.

Merkwürdigerweise berichtet Helwig (L 23), der die ersten Mikrosublimationsversuche mit Veratrin ausgeführt hat, dass dieser Körper grünliche Anflüge bilde, in welchen sich zahllose Kristalle finden: längliche, verschobene Rechtecke, Wetzsteinformen, vierseitige Plättchen und winzige Nädelchen. Erst bei stärkerem Erhitzen

erhielt er tröpfchenförmige Beschläge. Guy (L 19 und 20) hat dieselben Sublimate erhalten wie Helwig. Vermutlich war das Veratrin, welches diese beiden Forscher zu ihren Versuchen verwandten, mit dem heutigen, offizinellen Präparate nicht identisch.

Wenn das Veratrinsublimat mit einigen Tröpfchen konz. Salzsäure gekocht wurde, so konnte eine leichte Rotfärbung konstatiert werden.

Emetin.

F 68.

Das von Merck bezogene, reine Emetin stellt ein hellgelbes, amorphes Pulver dar. Die Sublimation wurde bei ca. 8 mm Druck ausgeführt. Bei 170—180° BT erschien im Zentrum des Plättchens ein bläulichweisser Anflug, der sich verbreitete, ohne eine Differenzierung zu zeigen. Bei 200° BT wurde die Sublimation unterbrochen. Das Emetin im Näpfchen war zu braungelben Tropfen geschmolzen.

Die matten Beschläge bestanden unter dem Mikroskop nur aus feinen amorphen Tröpfchen ohne Kristallbildungen.

Mikrochemische Reaktionen des Emetins sind nicht bekannt. Ein Tröpfchen Fröhdes Reagens (Molybdänschwefelsäure) auf das Sublimat gebracht, färbte dieses schwach rotbraun. Auf Zusatz eines Tröpfchens konz. Salzsäure erfolgte Aufbrausen, und bald entstand eine grasgrüne Färbung, welche längere Zeit andauerte. Das reine Alkaloid gab die gleiche Reaktion.

Spartein - H_2SO_4.

F 139 143.

Das reine kristallisierte Sparteinsulfat Merck gab beim Erhitzen im Schwefelsäurebad bis 210° bei zirka 8 mm Druck kein Sublimat. Der Körper war bei dieser Temperatur zu bräunlichen Tröpfchen geschmolzen.

Nicotin - HCl.

Das von Merck bezogene Nicotin. hydrochloric. cryst. alb. bildet kleine, an der Luft zerfliessliche Kriställchen. Der Körper verflüchtigte sich beim Sublimationsversuch vollständig, wenn das Schwefelsäurebad bis 200° erhitzt wurde. In einzelnen Fällen erschien auf dem Plättchen gar kein Sublimat; in andern Versuchen entstand ein matter Anhauch mikroskopisch feiner Tröpfchen, welche den charakteristischen Nicotingeruch verbreiteten. Die Substanz zersetzt sich augenscheinlich beim Erhitzen.

VI. Sublimationstemperaturen.

Es wurde schon im allgemeinen Teil (vergl. S. 298) erwähnt, dass es keine Sublimationspunkte gibt, dass aber bei Durchführung des gleichen Sublimationsverfahrens die Entstehung eines Sublimates bei einem und demselben Körper stets innerhalb gewisser Temperaturgrenzen konstatiert werden kann. Diese Temperaturgrade sollen hier als „Sublimations-Temperaturen“ bezeichnet werden. Sie geben also jene Temperaturen an, bei denen es möglich war, durch Verdampfung des Körpers im luftverdünnten Raum, bei 7—12 mm Druck, in kürzester Zeit von Auge oder mit der Lupe wahrnehmbare Sublimate zu erhalten.

In der folgenden Tabelle sind die untersuchten Körper nach steigenden Sublimationstemperaturen angeordnet. Zum Vergleich wurden die Schmelzpunkte der einzelnen Körper beigefügt und auch die Sublimationstemperaturen angegeben, welche für einzelne Alkaloide schon 1868 von W. A. Guy (L 20) und 1878 von Wynter Blyth (L 6) ermittelt worden sind. Diese beiden Forscher glaubten allerdings in ihren „Sublimationspunkten“ Konstanten zu bestimmen, die für die einzelnen Substanzen in ähnlicher Weise charakteristisch wären, wie die Schmelz- und Siedepunkte. Was die Methoden anbetrifft, so erscheint diejenige von Blyth recht genau. Er betrachtet als Sublimat den geringsten Anflug (film), die feinsten Pünktchen oder Kriställchen, welche bei 120 maliger Vergrösserung beobachtet werden können. Die Angaben Guys und Blyths stimmen im allgemeinen mit den meinigen gut überein. Dass ihre Temperaturangaben oft etwas höher sind, erklärt sich dadurch, dass ich die Sublimation im luftverdünnten Raume ausgeführt habe, während Guy und Blyth bei gewöhnlichem Druck sublimierten.

Die Sublimations-Temperaturen besitzen eine gewisse praktische Bedeutung. Sie sind ein schätzbares Hilfsmittel bei der Identifizierung eines Körpers durch die Mikrosublimationsmethode; sie lassen voraussehen, ob zwei Körper durch fraktionierte Sublimation getrennt werden können; sie geben ferner an, bei welchen Temperaturen die Körper zweckmässig verdampft werden, wenn man sie durch Sublimation reinigen will. (Bei grösseren Mengen müssen natürlich etwas höhere Temperaturen gewählt werden, weil die Sublimation sonst viel zu lange dauern würde.)

Sublimationstemperaturen.

Körper	Schmelzpunkt nach der Literatur	Sublimationstemperaturen		
		bei 7–12 mm Druck selbstgefunden	bei gewöhnlichem Druck nach Wynter Blyth	bei gewöhnlichem Druck nach W. A. Guy
Cocain	98°	75—90°	—	-
Homatropin	95—98,5	81—92		—
Coffein	230,5	81—94	79°	—
Atropin	115	93—110	123	ca. 138°
Hyoscyamin	108,5	94—107	kein Sublimat	—
Physostigmin	105	97—112	—	
Cantharidin[1]	218	98—110	82—83	ca. 100
Codein	157	100—130		ca. 104
Pilocarpin		110—120	140	
Thebain	193	111—127	135	—
Arecolin-HBr	167–168	115—133	—	
Coniin-HBr	211	120—139		-
Pilocarpin-HCl	195—198	121—133	—	—
Theobromin	329—330	125—138	134	-
Hydrastin	132	128—144		-
Piperin	128–129,5	130—147		-
Chinidin	168—170	132—146	-	
Papaverin	147	132—149	kein Sublimat	ca. 154
Chinin	174,6	133—148	—	
Cinchonin	255,4	134—155	-	-
Cinchonidin	202,5	137—148	-	
Narkotin	176	146—156	kein Sublimat	ca. 154
Scopolamin-HBr	191—192	146—160	—	—
Morphin	243	150—190	150	ca. 166
Delphinin	191,8	155—166	kein Sublimat	ca. 149
Apomorphin-HCl	—	157—175	—	
Brucin	178	158—175	150	ca. 204
Yohimbin	234	165—175	—	-
Strychnin	265	165—175	169	ca. 174
Solanin	244 (?)	168—184	190	ca. 215
Emetin	68	170—180	—	
Narcein	165,2	171—186	kein Sublimat	ca. 221
Aconitin	197—198	176—190	-	ca. 204
Veratrin	150—155	180—200	-	ca. 182
Colchicin	145	ca. 190		—
Spartein-H_2SO_4	139—143	kein Sublimat		—
Nicotin-HCl	—	kein Sublimat	—	—

[1]) Vergl. bezüglich dieses Körpers, der nicht zu den Alkaloiden gehört, S. 335.

VII. Spezielle Untersuchungen über die Bildung amorpher und kristallinischer Sublimate.

Die Veranlassung zu diesen speziellen Untersuchungen gaben die merkwürdigen Erscheinungen, welche in bezug auf die Bildung amorpher und kristallinischer Sublimate bei den Versuchen mit den einzelnen Alkaloiden beobachtet worden waren. Bei der Grosszahl der Körper (vergl. Gruppe 2, S. 322) verlief der Sublimationsprozess in der Weise, dass die Dämpfe sich zuerst zu einem homogenen Anhauch mikroskopisch feiner Tröpfchen kondensierten, in welchem dann im weiteren Verlaufe der Sublimation Kristalle entstanden. Bei andern Alkaloiden aber zeigten sich anscheinend extremere Fälle und Übergänge zu solchen:

a) Bei einer Anzahl Körper entstanden aus dem Dampfe anscheinend direkt kristallinische Sublimate (vergl. Gruppe 1, S. 322). Nur in einzelnen Sublimaten wurden neben den Kristallen hie und da amorphe Tröpfchen beobachtet.

b) Andere Körper bildeten stets zuerst ein homogenes Sublimat aus amorphen Tröpfchen, in welchem im weiteren Verlauf der Sublimation nicht regelmässig oder nie Kristalle entstanden (Gruppe 3 und 4).

Um die Bedingungen der Entstehung amorpher und kristallinischer Sublimate etwas genauer kennen zu lernen, wurden verschiedene Versuche ausgeführt:

In erster Linie sollte festgestellt werden, ob das Kristallwasser der Körper an der Bildung tröpfchenförmiger Sublimate beteiligt sei. Eine diesbezügliche Untersuchung ist, soviel mir bekannt, bisher nicht ausgeführt worden.

Weiterhin wurde untersucht, ob die Temperatur des Plättchens, auf welchem sich die Dämpfe kondensieren, einen entscheidenden Einfluss auf die Kristallbildung in den Sublimaten ausübt.

Wichtige Aufschlüsse über das Auftreten amorpher und kristallinischer Formen in den Sublimaten ergab endlich eine genaue Untersuchung der Sublimationsvorgänge bei den Körpern der Gruppe 1 (vergl. oben unter a), sowie die Vergleichung der relativen Dampfdrucke der verschiedenen Alkaloide. Die Resultate dieser Untersuchungen geben uns neue Gesichtspunkte für die Beurteilung des Sublimationsvermögens der Körper und der Sublimationserscheinungen im allgemeinen.

1. Einfluss des Kristallwassers auf die Bildung tröpfchenförmiger Sublimate.

Ein Einfluss des Kristallwassers bei der Bildung tröpfchenförmiger Sublimate war von vornherein wenig wahrscheinlich; denn tröpfchenförmige Beschläge waren auch von vielen solchen Körpern erhalten worden, deren Moleküle (laut Literatur) kein Kristallwasser enthalten, z. B. beim Cocain, Atropin, Hyoscyamin, Papaverin etc. Dennoch hielt ich es nicht für überflüssig, durch einige Versuche festzustellen, ob Kristallwasser bei der Bildung der amorphen Tröpfchen irgendwie beteiligt sein könnte.

Morphin kristallisiert mit 1 Mol. H_2O und verliert dieses nach E. Schmidt bei 110°. Nach einer Angabe bei Beilstein entweicht es erst bei 120°. Um nicht von diesen anscheinend unsichern Angaben abhängig zu sein, stellte ich mir das zu den Versuchen nötige wasserfreie Morphin nicht durch Erhitzen des kristallwasserhaltigen dar, sondern auf andere Weise. – Lässt man gepulvertes Morphin im Exsiccator stehen, so wird es zuerst lufttrocken, verliert dann nach Monate langem Aufbewahren auch das Kristallwasser, verwittert und nimmt eine gelblichweisse Farbe an. Von solchem verwittertem Morphin wurde eine 0,5 ‰ Lösung in absolutem Äther hergestellt. Letzterer war durch Destillieren von käuflichem Äther über Natrium gewonnen worden. Von der erhaltenen Lösung wurde nun 1 cm³ (entsprechend 0,5 mg Morphin) im Näpfchen des Sublimationsapparates tropfenweise im Exsiccator verdunsten gelassen. Der Rückstand bestand zweifellos aus wasserfreiem Morphin und wurde nun der Sublimation unterworfen. In einer grösseren Anzahl von Versuchen wurden die gleichen Resultate erhalten, wie mit wasserhaltigem Morphin. Es entstanden auch bei der Sublimation der wasserfreien Base amorphe, tröpfchenförmige Beschläge, welche meist in Form eines ringförmigen, bläulichweissen Anhauchs eine Anzahl Kristalle umschlossen.

Analoge Versuche wurden mit Codein angestellt. Auch dieses Alkaloid enthält ein Mol. Kristallwasser und verwittert bei längerem Aufbewahren im Exsiccator. Von solchem verwittertem Codein wurde ebenfalls eine hochverdünnte Lösung in absolutem Äther hergestellt und aus derselben in gleicher Weise wie beim Morphin das wasserfreie Alkaloid gewonnen. Die Sublimation ergab wie bei wasserhaltigem Codein regelmässig zuerst ein tröpfchenförmiges Sublimat, in welchem dann im weiteren Verlauf des Sublimierens Kristalle entstanden.

Das Kristallwasser ist also ohne Einfluss bei der Bildung tröpfchenförmiger Sublimate.

In besonderen Fällen kann aber durch kondensierten Wasserdampf die Bildung tröpfchenförmiger Beschläge vorgetäuscht werden, dann nämlich, wenn das Plättchen, auf welches die Substanz ansublimiert, unter die Temperatur der Umgebung abgekühlt wird, z. B. durch Auflegen von Eis. An solchen gekühlten Glasplatten schlägt sich Wasserdampf aus der Luft in feinen Tröpfchen nieder und kann unter Umständen auf die Form eines Sublimates einen Einfluss haben. Ich verweise auf diesbezügliche Versuche beim Coffein (vergl. S. 326).

2. Einfluss der Temperatur des Plättchens auf die Form der Sublimate.

Um zu erfahren, ob die Temperatur des Plättchens, auf welchem sich die Dämpfe kondensieren, einen Einfluss ausübt auf die Bildung der amorphen oder kristallinischen Form der Sublimate, musste vor allem versucht werden, die Temperatur dieses Plättchens etwas genauer zu bestimmen zur Zeit, wo auf demselben das Sublimat des Körpers entsteht. Alsdann konnte versucht werden, ob durch eine Abänderung dieser Temperatur die Form der Sublimate beeinflusst werden könnte.

a) Bestimmung der Plättchen-Temperatur.

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Temperaturen, welche das innere Thermometer des Sublimationsapparates (vgl. Zeichnung) angibt, mit IT (Innen-Temperatur) bezeichnet. Es war zum vornherein klar, dass diese Temperaturen nicht genau denjenigen des Plättchens entsprechen können, auf welchem sich das Sublimat niederschlägt. Das Thermometer endet allerdings möglichst nahe über dem Plättchen und wird von ihm erwärmt. Es ist aber nicht in direkter Berührung mit demselben, sondern befindet sich im luftverdünnten Raum, der ein schlechter Wärmeleiter ist. Das Plättchen dagegen erhält seine Wärme durch direkte Berührung mit den Seitenwänden des Apparates, durch Wärmestrahlung vom Näpfchen her und durch die Dämpfe des ansublimierenden Körpers. Die Temperatur des Plättchens muss daher eine verschiedene sein je nach der Dauer des Erhitzens, nach der Tiefe des Einsenkens des Näpfchens in das Schwefelsäurebad und nach der mehr oder weniger innigen Berührung mit den Wänden des Apparates. Um nun die Temperatur des Plättchens etwas genauer zu bestimmen, als es durch das innere Thermometer des Apparates möglich war, wurde folgendes einfache Verfahren benützt:

Auf ein rundes Deckgläschen, wie ich sie zum Auffangen der Sublimate benützt habe, wurde an verschiedenen Stellen je ein kleines Tröpfchen geschmolzenes Salol, Trional und Cocain gebracht. Nachdem die Tröpfchen kristallinisch erstarrt waren, was durch Impfen mit einer Spur des betreffenden kristallinischen Körpers oder durch Reiben mit dem Glasstäbchen leicht erreicht werden konnte, wurde das Plättchen in den Sublimationsapparat gebracht und dieser im Schwefelsäurebad in gleicher Weise erhitzt wie bei den Sublimationsversuchen. Mit der Lupe wurde dann beobachtet, wann die einzelnen Körper auf dem Plättchen schmolzen, d. h. wann das Plättchen sich auf den Schmelzpunkt des Körpers erwärmt hatte. Die Versuche wurden mehrmals wiederholt und eine zweite Versuchsreihe in gleicher Weise durchgeführt mit Atropin und Piperin. Die Resultate waren folgende:

Körper:	Schmelzpunkt (nach der Literatur) = Plättchentemperatur (PT)	Während das Schmelzen des Körpers auf dem Plättchen beobachtet wurde, betrug die:					
		Temperatur des innern Thermometers (IT)			Temperatur des H_2SO_4-bades (BT)		
1. Salol . . .	42°	33°	34°	35°	76°	84°	81°
		33	33	35	79	74	78
		31	35	33	82	73	78
2. Trional . .	76	51	52	**48**	122	141	115
		50	53	48	135	131	103
		53	51	52	137	117	106
3. Cocain . .	98	63	65	68	140	161	137
		64	65	62	150	140	160
		61	67	64	155	136	139
4. Atropin . .	115	**76**	81	82	187	179	150
		77	85	81	182	157	179
		80	86	79	176	160	149
5. Piperin . .	129	**87**	95	92	187	173	167
		87	95	86	164	169	186
		89	95	90	183	171	161

Aus diesen Daten ergibt sich, dass der Unterschied zwischen der Temperatur des innern Thermometers und der Temperatur des Plättchens ein ganz bedeutender ist. Immerhin zeigt die Tabelle, dass einer bestimmten Temperatur des Plättchens stets eine innerhalb weniger Grade variierende Temperatur des innern Thermometers entspricht. Bringt man die niedersten Innentemperaturen,

bei welchen das Schmelzen eines Körpers beobachtet wurde (die betreffenden Temperaturen sind in der Tabelle fettgedruckt), in einem Koordinatensystem zur Darstelluug, so ergibt sich nebenstehende Kurve. Die Kurve gestattet annähernd die richtige

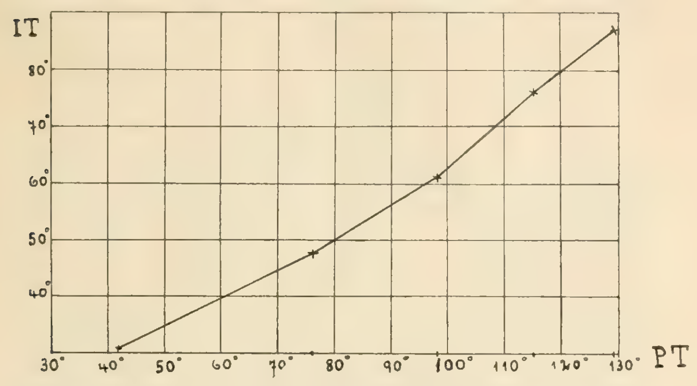


Fig. 3. Beziehung zwischen der Temperatur des innern Thermometers des Sublimationsapparates (IT) und der Temperatur des Plättchens (PT), auf welchem sich das Sublimat niederschlägt.

Temperatur des Plättchens zu bestimmen, welche einer gewissen Temperatur des innern Thermometers entspricht. Voraussetzung für die Ablesung an der Kurve ist aber natürlich, dass Apparat und Schwefelsäurebad in gleicher Weise erhitzt werden, wie es bei unseren Sublimationsversuchen geschehen ist und dass 10 15 Minuten gebraucht werden, um das Schwefelsäurebad von ca. 20° auf 150° zu bringen, und etwa 23—35 Minuten, um die Säure auf 200° zu erwärmen. Da nur kristallinische Sublimate charakteristisch sind, müssen wir es vermeiden, das Plättchen auf die Schmelztemperatur des sublimierten Körpers ansteigen zu lassen. Die Kurve gibt an, wie hoch man das innere Thermometer (IT) steigen lassen darf, ohne befürchten zu müssen, dass die Kristalle eines sublimierten Körpers (von bekanntem Schmelzpunkt) schmelzen. Andererseits kann man, wenn das Schmelzen eines kristallinischen Sublimates auf dem Plättchen beobachtet wird — allerdings nur annäherungsweise — den Schmelzpunkt des Körpers ermitteln, wodurch seine Identifizierung immerhin erleichtert wird. Der Schmelzpunkt des Körpers lässt sich übrigens beim Sublimationsversuch noch genauer aus der Temperatur des H_2SO_4-Bades ablesen, zur Zeit, wo die zu sublimierende Substanz im Näpfchen schmilzt. Wird, sobald dieser Punkt erreicht ist,

die Temperatur des Bades nicht mehr gesteigert, sondern konstant erhalten, bis sich ein Sublimat von der gewünschten Dichte gebildet hat, so braucht man nicht zu fürchten, dass die Kristalle des Sublimates schmelzen; denn die Temperatur des Plättchens bleibt immer ziemlich unter derjenigen des H_2SO_4-Bades (vergl. die Tabelle S. 394).

b) Sublimationsversuche bei erhöhten Kondensations-Temperaturen der Dämpfe.

Aus den vorangehenden Versuchen ergab sich die Frage, ob es möglich sei, durch Kondensation der Dämpfe bei höheren Plättchen-Temperaturen die Entstehung tröpfchenförmiger Sublimate zurückzudrängen, zugunsten kristallinischer, resp. bei Körpern, von welchen in den früheren Versuchen nur amorphe Sublimate erhalten worden waren, charakteristische kristallinische zu bekommen.

Das Plättchen, auf welchem sich das Sublimat niederschlägt, wurde auf eine höhere Temperatur gebracht durch Aufstellen eines Zylinders mit Paraffinöl, das durch einen elektrischen Hitzdraht erwärmt wurde. Das Plättchen wurde durch ein Tröpfchen Paraffinöl an den flachen Boden eines Glaszylinders von 6 cm Höhe und 19 mm Durchmesser angeklebt. Der Zylinder wurde bis zur Höhe von ca. 5 cm mit Paraffinöl gefüllt und nun mit dem Plättchen in den Sublimationsapparat gestellt, so dass das Deckgläschen die gewohnte Lage über dem Näpfchen einnahm. Die Erwärmung des Paraffinöles im Zylinder wurde durch einen Nickelindraht von $^3/_{10}$ mm Dicke und 15 cm Länge ermöglicht, der auf einer 4 cm hohen und 1 cm weiten Glasspule aufgewickelt war. Die Spule wurde derart befestigt, dass sie den Quecksilberbehälter des innern Thermometers umschloss, und dass beide in das Paraffinöl im Zylinder eintauchten. Die Enden der Hitzdrahtspule waren unter dem Niveau des Öles mit dickeren Leitungsdrähten verlötet, welche durch den Kork im Tubus des Apparates austraten. Der Strom wurde durch drei Accumulatoren geliefert; in den Stromkreis waren ein Regulierwiderstand und ein Ampèremeter eingeschaltet.

Durch diese Vorrichtung konnte nun das Ölbad im Zylinder und damit auch das zum Auffangen des Sublimates bestimmte Plättchen in kürzester Zeit auf eine beliebige höhere Temperatur gebracht werden. Mit dieser Versuchsanordnung, welche ich den freundlichen Ratschlägen von Herrn Professor Dr. G. Bredig verdanke, wurden verschiedene Versuche ausgeführt:

1. Durch Sublimationsversuche mit Veratrin und Narcein wurde geprüft, ob von Körpern, die in früheren Versuchen nur amorphe

tröpfchenförmige Sublimate gegeben hatten, kristallinische Beschläge erhalten werden könnten, wenn die Dämpfe bei höheren Temperaturen (etwas unter dem Schmelzpunkt der Körper) kondensiert würden.

Veratrin. Das Plättchen wurde zuerst durch Erhitzen des Paraffinöls im Zylinder auf 150° gebracht, dann erst das Veratrin im Näpfchen 30 Minuten lang bei 200° bis 230° BT verdampft und während dieser Zeit das Plättchen auf 150°—175° gehalten.

Die erhaltenen Sublimate bestanden stets nur aus amorphen Tröpfchen.

Narcein. Das Plättchen wurde vor Beginn der Verdampfung des Körpers auf 150° gebracht, 10 Minuten lang auf 150—160° gehalten und während dieser Zeit die Substanz in Schwefelsäurebad bei 185—200° verdampft.

Die erhaltenen Sublimate zeigten keine Kristalle, sondern bestanden nur aus Tröpfchen.

2. Es sollte versucht werden, ob bei Körpern, welche in den früheren Sublimationsversuchen stets zuerst einen Anhauch mikroskopisch feiner Tröpfchen, dann aber im weiteren Verlauf des Sublimierens regelmässig Kristalle gebildet hatten, die Entstehung von Tröpfchen im Sublimat verhindert werden könnte, wenn die Dämpfe bei höheren Temperaturen kondensiert würden. Die Versuche wurden mit Codein und Thebain ausgeführt.

Codein. In verschiedenen Versuchsreihen wurde das Plättchen, während sich das Sublimat auf demselben niederschlug, bei 80°, 90°, 100°, 120° und 150° erhalten. Die Sublimate zeigten aber regelmässig zuerst einen tröpfchenförmigen Beschlag, in welchem dann die gewohnten Kristalle entstanden. Die Bildung der Tröpfchen wurde durch die höhere Kondensationstemperatur der Codeindämpfe nicht verhindert.

Thebain ergab die gleichen Resultate.

3. Piperin hatte bei den früheren Sublimationsversuchen stets zuerst tröpfchenförmige Beschläge gegeben; in diesen aber waren im weiteren Verlauf der Sublimation nicht immer Kristalle entstanden. Nach Tammann (L 60) liegt das Maximum der Kernzahl der unterkühlten Schmelze des Piperins bei 40°, während bei 0° und 80° die Zahl der gebildeten Kristallisationszentren ganz unbedeutend ist.

Ich habe eine grössere Zahl von Sublimationsversuchen ausgeführt, bei welchen das Piperin 20 Minuten lang bei 130—160° verdampft und das Plättchen während dieser Zeit bei 80—100° gehalten wurde. Die Resultate waren sehr verschieden. In den einen Sublimaten entstanden bis zu 50 Kristalle, in anderen viel weniger;

keinesfalls aber war die Zahl der gebildeten Kristallisationszentren ganz unbedeutend trotz der geringen Substanzmenge, die in den Sublimaten vorhanden war. Diese Versuche machen es wahrscheinlich, dass bei der Dampfkondensation, in bezug auf die Bildung von Kristallisationszentren bei den verschiedenen Temperaturen, nicht die gleichen Gesetze gelten, wie für unterkühlte Schmelzen (vergl. S. 305). Um die bei verschiedenen Temperaturen der Dampfkondensation gebildeten Kristallisationszentren zahlenmässig vergleichen zu können, wäre eine bedeutend grössere Zahl von Versuchen nötig, die ich vorläufig noch zurückstellen musste.

3. Sublimate, die anscheinend direkt kristallinisch erhalten werden.

Bei den meisten der von mir untersuchten Körper (Gruppe 2, 3, 4; S. 322) war als erstes Kondensationsprodukt der Dämpfe ein tröpfchenförmiges Sublimat erhalten worden. Die Entstehung dieser amorphen Beschläge erfolgt in Übereinstimmung mit dem Ostwaldschen Gesetze der unbeständigen Form (vergl. S. 303). Es frägt sich nun, ob jene kleine Zahl von Körpern (Gruppe 1, S. 322), die anscheinend direkt kristallinische Sublimate gaben, diesem Gesetze gegenüber Ausnahmen darstellen. Um dieses zu erfahren, wurden die allerfeinsten Sublimate dieser Körper untersucht, die entstehen, wenn die Kondensation ihrer Dämpfe eben erst beginnt.

In den gewöhnlichen Sublimationsversuchen war die Entstehung eines Beschlages auf dem Plättchen beobachtet worden:

beim	Coffein	bei	81—94° BT
„	Theobromin	„	125—138° BT
„	Cinchonin	„	134—155° BT
„	Cantharidin	„	98—110° BT

Wenn beim Coffein die Sublimation schon bei 75—80° unterbrochen wurde, so konnte bereits ein sehr feines Sublimat auf dem Plättchen beobachtet werden, sofern dieses aus dem Apparat genommen wurde. Im Apparat war mit der Lupe ein Beschlag nicht zu sehen gewesen. Unter dem Mikroskop bei 100facher Vergrösserung bestand dieses Sublimat aus sehr kleinen Nädelchen; ausserdem aber zeigte sich die merkwürdige, jedoch erwartete Erscheinung, dass ein ganzes Feld feinster, tröpfchenförmiger und anscheinend noch amorpher Gebilde beobachtet werden konnte.

Die allerfeinsten Sublimate von Theobromin, Cinchonin und Cantharidin, welche bei 115°, 130°, 90° BT gewonnen worden waren, zeigten bei sorgfältigster mikroskopischer Untersuchung ebenfalls solche ausserordentlich kleine und schwer wahrnehmbare Tröpfchen. Am besten waren sie zu sehen im Cinchoninsublimat.

Beim Coffein hatte bereits Wynter Blyth (L 6) beobachtet, dass das erste Sublimat aus feinen Pünktchen bestand. Desgleichen Nestler (L 38), welcher durch Erhitzen von Theeblattfragmenten zwischen zwei Uhrgläsern das Coffein heraussublimierte. Er schreibt darüber: „Untersucht man nach 5 Minuten der Dauer des Versuches mikroskopisch die konkave Seite des obern Uhrglases, so findet man zahlreiche, sehr kleine, tropfenartige Gebilde von 1—2 μ Durchmesser; nach 10 Minuten der Einwirkung der Flamme zeigen sich ausser jenen kleinen Punkten zahlreiche feine Kristallnadeln und nach einer Viertelstunde sind diese Nadeln in bedeutender Menge vorhanden.“ In seinen späteren Mitteilungen über den Coffein-Nachweis durch Sublimation kommt Nestler auf diese tropfenartigen Gebilde nicht mehr zu reden, und richtet sein Augenmerk nur auf die Kristallnadeln. Auch spätere Forscher berichten nur noch über die Nadeln der Coffeinsublimate. Jene allerfeinsten amorphen Tröpfchen, welche bei der Kondensation der Coffein-Dämpfe zuerst entstehen, wären auch mir entgangen, wenn ich diese ersten Sublimate nicht speziell bei starker Vergrösserung sorgfältig untersucht hätte. Die Gebilde sind nämlich ausserordentlich klein. Bei schwacher Vergrösserung sieht man die feinsten Tröpfchen überhaupt nicht; aber auch bei starker Vergrösserung entgehen sie leicht der Beobachtung, wenn nur auf die grösseren kristallinischen Gebilde scharf eingestellt wird. Erst wenn man durch feines Drehen an der Mikrometerschraube auf ein etwas tieferes Niveau des Sublimates einstellt, auf jenes, welches unmittelbar auf der Oberfläche des Plättchens liegt, kommen die feinsten Tröpfchen zum Vorschein, welche viel kleiner sind, als die kristallinischen Gebilde.

Damit ist nun erwiesen, dass auch bei Körpern, welche anscheinend direkt kristallinische Sublimate liefern, das erste Kondensationsprodukt der Dämpfe aus amorphen Tröpfchen besteht. Das Ostwaldsche Gesetz von der Entstehung der unbeständigen Form (vergl. S. 303), gilt also bei der Sublimation ganz allgemein. Es entstehen bei der Kondensation der Dämpfe stets zuerst amorphe Tröpfchen, welche gegenüber den Kristallen die unbeständige Form des Körpers darstellen. Der Sublimationsvorgang bei den Alkaloiden der ersten Gruppe (vergl. S. 322), ist also von dem der anderen Körper nicht prinzipiell verschieden, sondern nur das Kristallisationsvermögen dieser Körper und die Umwandlungsgeschwindigkeit ihrer amorphen Sublimate in kristallinische scheint eine grössere zu sein. Wir haben also hier einen jener Fälle vor uns, „wo eine weniger stabile Form bei einer gegebenen Umwandlung zwar vorhanden ist, aber — unter den gewöhnlichen Verhältnissen —

nicht beobachtet wird. In solchen Fällen kann“ nach Ostwald (L 42) „immer angenommen werden, dass die Zwischenform zwar entsteht, aber sich augenblicklich umwandelt“.

4. Beziehung zwischen der Form der Sublimate und dem Dampfdruck der Körper.

Vergleicht man in der Tabelle S. 390 die Sublimationstemperaturen mit den Schmelzpunkten, so bemerkt man, dass viele Körper schon tief unter ihrem Schmelzpunkt sublimierbar sind, andere erst in der Nähe der Schmelztemperatur, und noch andere erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt.

Ordnet man die Körper nach der Grösse des Abstandes ihrer Sublimationstemperatur vom Schmelzpunkt, so ergeben sich interessante Beziehungen (vergl. die nebenstehende Tabelle!). Die Alkaloide zeigen fast genau die Aufeinanderfolge der natürlichen Gruppen, in welche sie nach ihrem Verhalten bei der Sublimation und nach dem Aussehen der Sublimate eingeteilt wurden (vergl. S. 322). Zuerst in der Reihe stehen die Körper, welche anscheinend direkt kristallinische Sublimate liefern, bei denen, wie wir gesehen haben, die bei der Dampfkondensation gebildeten Tröpfchen ausserordentlich klein sind nnd ein grosses Kristallisationsvermögen besitzen (Nr. 1, 2, 3, 4, 9). Dann folgen in der Reihe jene Körper, die bei der Sublimation zuerst einen mehr oder weniger starken Beschlag von Tröpfchen geben, in welchem dann im weiteren Verlauf der Sublimation Kristalle entstehen, entweder regelmässig (Nr. 5 bis 19, mit Ausnahme von 9, 15, 17, ferner 25) oder nicht in allen Fällen (Nr. 20—29 mit Ausnahme von 22 und 25). Zuletzt in der Reihe stehen Körper, die man bis jetzt zum Teil nur im amorphen Zustande kennt; sie sublimieren erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt, und die Sublimate sind stets tröpfchenförmig (Nr. 30 bis 34).

Je tiefer unter dem Schmelzpunkt ein Körper schon Sublimate gibt, umso grösser ist sein Dampfdruck. In der Tabelle sind also die Körper nach der relativen Grösse ihrer Dampfdrucke angeordnet. Die Stabilität der in den Sublimaten auftretenden unterkühlten Tröpfchen nimmt in der Reihe der aufeinanderfolgenden Körper mehr und mehr zu, und entsprechend nimmt das Kristallisationsvermögen ab und scheint zuletzt bei den amorphen Körpern ausserordentlich klein zu sein. Es ergibt sich also die interessante Beziehung, dass umso eher kristallinische Sublimate erhalten werden, je grösser der Dampfdruck einer Substanz ist, resp. je tiefer unter dem Schmelzpunkt dieselbe schon sublimiert.

Nr.	Gruppe (S. 32)	Körper	F = Schmelzpunkt (nach der Literatur)	ST = Sublimationstemperatur (S. 100)	Differenz[1] F — ST	Kristallbildung[2]) im Sublimat
1	I	Theobromin . .	329—330°	125—138°	205°	Sublimate stets kristallinisch. Amorphe Form wird oft gar nicht beobachtet.
2	I	Coffein	230,5	81—94	149,5	
3	I	Cinchonin . . .	255,4	134—155	121,4	
4	I	Cantharidin[3]) . .	218	98—110	120	
5	II	Strychnin . . .	265	165—175	100	Kristallbildung im Sublimat regelmässig.
6	II	Morphin	243	150—190	93	
7	II	Coniin-HBr . . .	211	120—139	91	
8	II	Thebain	193	111—127	82	
9	I	Solanin	244(?)	168—184	76	wie 1, 2, 3, 4.
10	II	Pilocarpin-HCl .	195—198	121—133	74	Kristallbildung regelmässig.
11	II	Yohimbin . . .	234	165—175	69	
12	II	Cinchonidin . .	202,5	137—148	65,5	
13	II	Codein	157	100—130	57	
14	II	Arecolin-HBr . .	167—168	115—133	52	
15	III	Scopolamin-HBr[4])	191—192	146—160	45	nur tröpfchenförm. Sublim.
16	II	Chinin	174,6	133—148	41,6	Kristallbild. regelmässig.
17	III	Delphinin[4]) . .	191,8	155—166	36,8	nur tröpfchenförm. Sublim
18	II	Chinidin	168—170	132—146	36	Kristallbildung regelmässig.
19	II	Narkotin . . .	176	146—156	30	
20	III	Cocain	98	75—90	23	Kristallbild. nicht regelmäss.
21	III	Atropin	115	93—110	22	,, nur ausnahmsw.
22	III	Aconitin[4]) . . .	197—198	176—190	21	nur tröpfchenförm. Sublim.
23	III	Brucin	178	158—175	20	Kristallbildung nicht regelmässig.
24	III	Papaverin . . .	147	132—149	15	
25	II	Hyoscyamin . .	108,5	94—107	14,5	regelmässig, aber oft spärlich, Kristalle
26	III	Homatropin . .	95—98,5	81—92	14	Kristallbildung nur ausnahmsweise.
27	III	Physostigmin . .	105	97—112	8	
28	III	Hydrastin . . .	132	128—144	4	
29	III	Piperin	128—129,5	130—147	—2	Kristallbildung nicht regelmässig.
30	IV	Narcein	165,2	171—186	—6	Nur amorphe, tröpfchenförm. Sublimate.
31	IV	Veratrin	150—155	180—200	—30	
32	IV	Colchicin . . .	145	ca. 190	—45	
33	IV	Emetin	68	170—180	—102	
34	IV	Pilocarpin . . .	—	110—120	—	

[1]) Zur Bildung der Differenz F — ST wurde jeweils die niederste der bei den einzelnen Körpern angegebenen Sublimationstemperaturen benützt.

[2]) Es wird hier nur die Kristallbildung berücksichtigt, welche während der Sublimation in den Sublimaten eintritt, nicht aber die nachträglich beim Aufbewahren der Sublimate entstehenden Kristallisationen.

[3]) Bezüglich dieses Körpers, der nicht zu den Alkaloiden gehört, vergl. S. 335.

[4]) Die folgenden drei Körper, von welchen nur amorphe Sublimate erhalten wurden, scheinen in der Reihe eine Ausnahmsstellung einzunehmen:

Scopolamin-HBr. Vielleicht tritt bei der Sublimation eine Zerlegung des Salzes ein, so dass das Sublimat zum Teil aus der schwer kristallisierbaren reinen Base besteht.

Delphinin, Aconitin: Die chemische Natur dieser Körper ist noch nicht ganz sichergestellt. Die Präparate stellen vielleicht Gemenge verschiedener Alkaloide dar.

Es ist dies auch erklärlich. Wenn schon die beständigere, kristallinische Form eines Körpers einen hohen Dampfdruck besitzt, so ist der Dampfdruck der unbeständigen, amorphen Form (Tröpfchen) noch grösser und umso rascher wird sie sich in die kristallinische umwandeln. Bemerkenswert erscheint, dass diese Körper mit hohem Dampfdruck und grosser Kristallisationsfähigkeit, welche schon zirka 100° unter dem Schmelzpunkt Sublimate geben, auch alle einen hohen Schmelzpunkt besitzen, meist über 200°. Die nur in amorpher Form bekannten Körper, welche auch nur amorphe Sublimate gaben, haben einen sehr kleinen Dampfdruck.

5. Zusammenfassung.

Die bei den Mikrosublimationsversuchen mit den Alkaloiden in bezug auf die Sublimierbarkeit und die Form der Sublimate erhaltenen Resultate lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Alle untersuchten Alkaloide mit Ausnahme von Spartein-Sulfat und Nicotin-Chlorhydrat sind im luftverdünnten Raum sublimierbar (vergl. Tabelle S. 390). Einige Körper (vergl. Gruppe 4, S. 323) gaben erst bei Temperaturen über dem Schmelzpunkt Sublimate (welche stets amorph waren). Man kann also hier eher von einer Destillation reden, als von einer Sublimation. Die Sublimate verhalten sich chemisch, wie die ursprünglichen Körper.

Ob die Alkaloidsalze sich als solche unzersetzt sublimieren lassen, oder ob bei der Sublimation die Säure teilweise abgespalten wird, so dass das Sublimat zum Teil aus der reinen Base besteht, kann vorläufig noch nicht entschieden werden.

2. Bei allen sublimierbar befundenen Körpern erschien als erstes Kondensationsprodukt der Dämpfe ein Sublimat aus feinen amorphen Tröpfchen. Das Kristallwasser ist an deren Bildung nicht beteiligt.

3. Die amorphen Tröpfchen stellen eine unbeständigere, unterkühlte Form des Körpers dar und können sich in die beständigere, kristallinische umwandeln. Die Umwandlungsgeschwindigkeit ist von Körper zu Körper verschieden. Der Ort der Kristallisation und die Zahl der gebildeten Kristallisationszentren ist bei kleinen Volumina der unterkühlten Form und bei kleinen Zeiten mehr oder weniger zufällig. Kleinere Änderungen der Temperatur, bei welcher die Dämpfe sich kondensieren, scheinen auf die Kristallbildung in feinen Sublimaten nur wenig Einfluss zu haben; eine genaue Beziehung zwischen der Temperatur der Dampfkondensation und der Kernzahl ist bis jetzt nicht ermittelt worden.

4. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Stabilität der amorphen Tröpfchen umso kleiner ist und die Kristallbildung in den amorphen Sublimaten auch bei kleinen Substanzmengen umso sicherer und rascher erfolgt, je tiefer unter dem Schmelzpunkt der Körper schon Sublimate gibt, resp. je grösser sein Dampfdruck ist (vergl. Tabelle S. 401).

a) Bei Alkaloiden mit sehr hohem Dampfdruck erfolgt die Umwandlung amorpher Beschläge in kristallinische sehr rasch und wenn nur geringe Mengen zur Sublimation gelangen.

b) Bei Alkaloiden mit mittlerem Dampfdruck (Grosszahl der untersuchten Körper) erscheinen Kristalle in kurzer Zeit regelmässig, wenn die amorphen Beschläge eine gewisse Dichte erreicht haben. Eine gewisse Dauer der Sublimation und eine gewisse Substanzmenge erscheinen als Bedingungen der Bildung schön kristallinischer Sublimate.

c) Bei Alkaloiden mit sehr geringem Dampfdruck ist die Kristallbildung in den amorphen Sublimaten mehr oder weniger zufällig, oder die Wahrscheinlichkeit für ihr Eintreten kann bei kurzen Zeiten und kleinen Substanzmengen ausserordentlich gering sein. Es lässt sich aber denken, dass eine Kristallisation bei lang andauernder Sublimation grösserer Mengen eintreten könnte.

5. Ist einmal im tröpfchenförmigen Sublimat ein Kriställchen entstanden, so kann dasselbe im weiteren Verlauf der Sublimation aus dem Dampfe weiterwachsen.

Aus der Tatsache, dass bei der Sublimation eines Körpers der Dampf sich nicht mit Notwendigkeit direkt zu kristallinischen Sublimaten kondensiert, sondern dass zuerst amorphe Beschläge entstehen, könnte der Schluss gezogen werden, dass die Sublimationsmethode zum Nachweis der Körper doch sehr wenig geeignet sei, sofern es bei ihr wesentlich auf die Gewinnung charakteristischer, kristallinischer Sublimate ankomme. Es muss aber betont werden, dass bei der Grosszahl der von mir untersuchten Alkaloide die Kristallbildung selbst in sehr kleinen Sublimaten und bei kurzer Dauer der Sublimation mit solcher Regelmässigkeit auftrat, dass man mit Sicherheit auf ihr Eintreten zählen kann.

Die schönsten Kristalle kommen zur Ausbildung, wenn ein kleines Kriställchen, das in einem tröpfchenförmigen Sublimat entstanden ist, Gelegenheit hat, aus dem Dampfe langsam weiter zu wachsen, also durch einen ganz analogen Kristallisationsvorgang, wie er sich abspielt, wenn in eine gesättigte Lösung ein Kriställchen eingesät wird. — Dass nach dem Sublimationsverfahren von Behrens

von vielen Körpern nur pulverige Beschläge erhalten werden (Strychnin, Morphin, Cinchonin, Cinchonidin etc.), während die hier beschriebene Methode der Mikrosublimation im luftverdünnten Raum von denselben Körpern Sublimate mit schönen Kristallen lieferte, glaube ich darauf zurückführen zu müssen, dass die Sublimation bei dem Verfahren von Behrens viel zu rasch vor sich geht. Es entstehen dann nur feine Tröpfchen und kleine kristallinische Körnchen. Diese haben nicht Gelegenheit, sich aus dem Dampfe langsam zu vergrössern und zu schönen Kristallen auszubilden. Durch eine kurze und rapide Sublimation werden im allgemeinen nur von Körpern mit sehr grossem Kristallisationsvermögen (erste Glieder der Reihe, S. 401, wie Coffein, Theobromin, Cinchonin, Cantharidin) schöne, grössere Kristalle erhalten.

Sublimate von besonders charakteristischem Aussehen wurden erhalten von Apomorphin-HCl, Arecolin-HBr, Cantharidin, Chinidin, Chinin, Cinchonidin, Cinchonin, Cocain, Codein, Coffein, Coniin-HBr, Hyoscyamin, Morphin, Narkotin, Pilocarpin-HCl, Piperin, Solanin, Strychnin, Thebain, Theobromin, Yohimbin.

Dass viele Alkaloide früher nicht sublimierbar befunden wurden, von welchen nun durch das Verfahren der Mikrosublimation im luftverdünnten Raum Sublimate erhalten wurden, hat meiner Ansicht nach seinen Grund nicht nur darin, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit im Vakuum eine viel grössere ist, und dass die Sublimationen schon bei niedereren Temperaturen ausgeführt werden können (wodurch die Gefahr einer Zersetzung eher vermieden wird); sondern es kommen für negative Resultate bei Sublimationsversuchen wohl noch folgende Gründe in Betracht:

1. Zu kurze Dauer des Sublimationsversuches. Wie oben ausgeführt, bilden sich bei der Sublimation zuerst tröpfchenförmige Beschläge, und erst nach einiger Dauer der Sublimation entstehen bei Körpern mit nicht sehr hohem Dampfdruck in den Sublimaten Kristalle. Bei Körpern mit sehr geringem Dampfdruck tritt Kristallisation im Sublimat wohl erst bei andauernder Sublimation grösserer Substanzmengen ein. Da man nun kurzweg solche Körper als sublimierbar bezeichnete, welche kristallinische Sublimate geben, so wurden die amorphen tröpfchenförmigen Beschläge entweder gar nicht beachtet oder wohl meist für Kondenswasser gehalten.

2. Zu hohe Kondensationstemperatur der Dämpfe. Wenn nicht sorgfältig vermieden wird, dass die Glasfläche, auf welcher sich das Sublimat niederschlägt, die Schmelztemperatur des sublimierenden Körpers erreicht, so erhält man natürlich nur flüssige

Beschläge. Die Gefahr einer zu starken Erhitzung des Sublimates ist besonders gross bei Körpern mit niederem Schmelzpunkt und bei solchen, die sich erst in der Nähe der Schmelztemperatur sublimieren lassen, weil sie erst dort einen bedeutenderen Dampfdruck besitzen (vergl. Tabelle S. 390).

VIII. Praktische Anwendung der Mikrosublimation.

Die Mikrosublimation im luftverdünnten Raum ist eine mikrochemische Methode, welche bei der Analyse wertvolle Dienste leisten kann. Diese Arbeit sucht vor allem zu beweisen, dass die Anwendung des Verfahrens bei der Ausmittelung der Gifte in gerichtlich-chemischen Analysen grosse Vorteile bietet. Ich habe dies praktisch erprobt, indem ich von vielen Alkaloidrückständen, welche die Studierenden des pharm. Laboratoriums bei ihren toxikologischen Übungsanalysen gewannen, Sublimate herstellte. Ich habe auch selbst eine Anzahl Analysen durchgeführt und bei denselben die Anwendbarkeit der Mikrosublimationsmethode geprüft. Bei diesen Analysen bin ich von bekannten Alkaloidmengen ausgegangen, welche einem grösseren Quantum verschiedenster Stoffe, wie Bier, Brotbrei, gehacktes Fleisch etc., einverleibt wurden. Die Isolierung der Alkaloide geschah nach dem Verfahren von Stas-Otto. Bestimmte Mengen der erhaltenen Alkaloidauszüge wurden dann durch eine kleine, graduierte und oben mit einem Quetschhahn versehene Pipette tropfenweise ins Näpfchen des Sublimationsapparates abgelassen und dort eingedunstet, sei es auf dem siedenden Wasserbade oder bei 60—70° oder im Exsiccator (Coffein, Cantharidin, Cocain, Atropin verdampfen schon unter 100°!). Vom Rückstand wurde, wenn immer möglich, eine grössere Anzahl Sublimate gewonnen und diese nach den früher beschriebenen Methoden identifiziert. Auf diese Weise gelang es z. B. von Rückständen, welche 0.2 mg Atropin oder $^{1}/_{100}$ mg Strychnin oder Morphin entsprachen, charakteristische Sublimate zu erhalten, mit denen noch mikrochemische Reaktionen ausgeführt werden konnten.

Ich brauche hier nicht zu wiederholen, dass die Sublimate vieler Alkaloide unter dem Mikroskop ein sehr charakteristisches Aussehen zeigen, dass aber andere Alkaloide Sublimate von sehr mannigfaltigen Formen geben. Man wird stets möglichst darauf trachten, bei Analysen von Alkaloidrückständen eine grössere Anzahl Sublimate zu gewinnen. Auch wird man, wie schon früher ausgeführt wurde, sich nicht mit der einfachen mikroskopischen Vergleichung der Sublimate

begnügen, sondern die anderen mikrochemischen Methoden zur Identifizierung heranziehen, nämlich soweit möglich kristallographische Bestimmungen, ganz besonders aber zuverlässige mikrochemische Reaktionen.

Bei der Anwendung der Mikrosublimation in der Analyse kommt sehr vorteilhaft zur Geltung, dass die Sublimation nicht nur eine Isolierungsmethode, sondern auch ein ausgezeichnetes Reinigungsverfahren darstellt. Ihre Brauchbarkeit als solche ist besonders von R. Kempf (L 28) erwiesen worden. Beim Mikrosublimationsverfahren kommt die Reinheit der Sublimate besonders dadurch zum Ausdruck, dass sich mit denselben die mikrochemischen Reaktionen und die Farbreaktionen viel schöner anstellen lassen als mit den gewöhnlichen Alkaloidrückständen im Uhrgläschen.

Die Erfahrung hat mich aber gelehrt, dass es zweckmässig ist, die Alkaloidrückstände, welche man bei toxikologischen Analysen erhält, wenn sie durch schmierige, harzige oder fettige Stoffe verunreinigt sind, zuerst nach dem gebräuchlichen Lösungsverfahren möglichst sorgfältig zu reinigen und die Mikrosublimation nur als die letzte Reinigung zu betrachten. Was sich nämlich bei grösseren Substanzmengen leicht ausführen lässt, eine fraktionierte oder wiederholte Sublimation, hat bei so kleinen Mengen, wie sie für die Mikrosublimation in Betracht kommen, erhebliche Schwierigkeiten, besonders deswegen, weil hier schon kleine Substanzverluste sehr verhängnisvoll werden können.

Aus den genannten Gründen glaube ich auch, dass es im allgemeinen vorzuziehen ist, aus kleinen Mengen alkaloidhaltiger Substanzen das Alkaloid zuerst durch ein Lösungsmittel möglichst vollständig zu extrahieren und dann den Trocken-Rückstand dieses Auszuges zu sublimieren, statt die direkte Sublimation an dem unreinen Material vorzunehmen. Die direkte Sublimation aus Pflanzenteilen scheint mir dort angezeigt und von hohem Werte, wo es sich um die Isolierung von Körpern mit hohem Dampfdruck und grossem Kristallisationsvermögen handelt, also bei Körpern, die sehr leicht kristallinische Sublimate geben, wie z. B. Coffein und Theobromin.

Aus der Anwendung der Mikrosublimation in der toxikologischen Analyse ergibt sich als grösster Vorteil vor allem eine ganz andere Ökonomie bei der Verarbeitung der Alkaloidauszüge. Es muss dem Gerichtschemiker sehr willkommen sein, zu wissen, dass er zum sichern Nachweis eines Alkaloides mit minimalen Mengen desselben auskommt. Er wird dann die Reinigung der Alkaloidrückstände nicht mehr scheuen aus Furcht vor dem Substanzverlust und sich nicht mehr verleiten lassen, mit oft stark verunreinigten Rückständen

unbefriedigend ausfallende Farbreaktionen auszuführen. Der Nachweis kleinster Mengen wird durch die mikrochemischen Methoden ermöglicht, und es sollten diese mehr und mehr in die gerichtschemische Praxis eingeführt werden. Bei der Untersuchung auf Gifte können sie zur Anwendung kommen, wenn aus dem Untersuchungsmaterial die Alkaloidauszüge gewonnen und gereinigt worden sind. Es werden dann kleine Mengen dieser Lösungen eingedampft (event. direkt im Sublimationsapparat) und von den Rückständen Mikrosublimate hergestellt. Diese können durch mikroskopische Untersuchung, kristallographische Bestimmungen und mikrochemische Reaktionen identifiziert werden. Da zur Gewinnung eines Sublimates meist sehr kleine Bruchteile von Milligrammen genügen, so kann man selbst von kleinen Substanzmengen leicht eine ganze Anzahl Sublimate erhalten. Diese Verteilung eines Alkaloidrückstandes auf eine grössere Zahl von Sublimaten stellt die beste Ausnützung des Materials für die Untersuchung dar.

Mikrosublimate lassen sich in gerichtlichen Fällen auch als Belegstücke beliebig lange aufbewahren und gestatten, die Identitätsreaktionen event. vor Gericht zu wiederholen. Auch von den Produkten der mikrochemischen Reaktionen kann man leicht Dauerpräparate anfertigen (vgl. Behrens: Mikrochem. Technik). Wenn auch noch nicht von allen Alkaloiden mikrochemische Reaktionen bekannt sind, so haben doch schon die bisher von Behrens, Bolland, Grutterink und anderen gefundenen den Nachweis gebracht, dass die Ansicht von Pozzi-Escot (L 46) unhaltbar ist, welcher die mikrochemische Analyse der Alkaloide für gänzlich aussichtslos erklärte. In den Fällen, wo uns mikrochemische Reaktionen noch fehlen, kann man an den Sublimaten auch Farbreaktionen sehr schön zur Ausführung bringen.

Die Anwendungsmöglichkeit der Mikrosublimation im luftverdünnten Raum beschränkt sich nicht auf die Analyse. Bei der Einfachheit der hier beschriebenen Methode und des erforderlichen Apparates dürfte dieselbe auch zur Bestimmung der Sublimierbarkeit der Körper im Laboratorium eine allgemeine Anwendung finden und dies umso mehr, als man zur Ausführung der Sublimationsprobe kaum soviel Substanz braucht wie für eine Schmelzpunktbestimmung. Ein solcher Mikrosublimationsversuch lehrt denn auch, ob event. grössere Mengen des Körpers durch Vakuumsublimation gereinigt werden könnten z. B. im Apparat von Diepolder (Chem. Ztg. Nr. 1, 1911) oder im Kempfschen Apparat und bei welchen Temperatur- und Druckverhältnissen diese Sublimation zweckmässig vorzunehmen ist.

Verzeichnis der benützten Literatur.

1. Arctowski, H. Einige Bemerkungen über die Lösbarkeit fester Körper in Gasen. Ztschr. f. anorg. Ch., XII, S. 413 (1896); ferner: Theorie der Sublimation, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 29 (1896), S. 903.
2. Autenrieth, W. Die Auffindung der Gifte und stark wirkender Arzneistoffe. 4. Aufl. Tübingen 1909.
3. Behrens, H. Anleitung zur mikrochemischen Analyse. Hamburg und Leipzig 1895—1900 speziell Heft III. Aromatische Amine.
4. Behrens, H. Reaktionen f. d. mikrochem. Nachweis organischer Basen. Ztschr. f. analyt. Ch., 43, 1904, S. 333—355.
5. Beilstein, F. Handbuch der organischen Chemie. III. Auflage und Ergänzungsbände dazu.
6. Blyth, A. Wynter. The temperatures at which some of the Alkaloids, etc., sublime, as determined by an Improved Method. Journal of the chemical society, 23. Bd. (1878), S. 313. Referate in: Pharmaceutical Journal and Transactions, III. Ser., 8. Bd. (1877—78), S. 860, u. Ber. d. Deutsch. Chem, Ges., 11 (1878), S. 996.
7. Bolland, A. Mikrochemische Studien. Monatshefte f. Chemie, XXIX. Bd. (1908), S. 991, u. XXXI. Bd. (1910), S. 387.
8. Bourgeois, M. L. Faculté de cristalliser par Sublimation dans le vide que possèdent les alcaloides momooxygénés des quinquinas. Bulletin d. l. Soc. Chim. d. Paris, III (1891), 5.
9. Bourgeois, M. L. Bulletin d. l. Soc. Chim. d. Paris, III. Série, Bd. VII, pag. 45 (1892).
10. Brun, A. Arch. Sc. phys. et math. Genève, 32, 1894.
11. Dauber, H. Annalen d. Chemie und Pharmacie, 74, 204 (1850).
12. Dragendorff, G. Die gerichtlich chemische Ermittelung von Giften. Göttingen 1888.
13. Emich, F. Über Mikrochemie mit bes. Berücksichtigung der Arbeiten von H. Behrens. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 43. Jahrg. (1910), S. 10.
14. Frank, L. Praktische Anwendungen der Mikrosublimation. Ztschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- und Genussmittel, VI. Jahrg. (1903), S. 880.
15. Gadamer, J. Lehrbuch der chemischen Toxikologie und Anleitung zur Ausmittelung der Gifte. Göttingen 1909.
16. Gaucher, vgl. Pharm. Zentralhalle, 36 (1895), S. 580.
17. Groth, P. Einleitung in die chemische Kristallographie. Leipzig 1904.
18. Grutterink, A. Beiträge zur mikrochemischen Analyse einiger Alkaloide und Drogen. Inaug.-Dissert. Bern 1911.
19. Guy, W. A. On the sublimation of the Alkaloids. Pharmaceutical Journal and Transactions, II. Serie, 8. Bd. (1866—67), S. 718, u. 9. Bd. (1867—68), S. 10, 58, 106, 195.
20. Guy, W. A. On the melting and subliming temperatures of the principal poisons, organic and inorganic. Pharmaceutical Journal and Transactions, II. Serie, 9. Bd. (1867—68), S. 370.
21. Hansen, Chr. J. Über Verdampfung und Sublimation insbesondere hochmolekularer Kohlenstoffverbindungen bei Minimaltemperaturen im Vakuum. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 42. Jahrg. (1909), S. 210.
22. Hartwich und Toggenburg. Nachweis arseniger Säure durch Sublimation. Schweiz. Wochenschr. f. Chemie u. Pharmacie, 46. Jahrg. (1908), S. 83.

23. Helwig, A. Die Sublimation der Alkaloide und ihre mikroskopische Verwertung für die differentielle Diagnose derselben. Ztschr. f. analyt. Chemie, III. Bd. (1864), S. 43.
24. Helwig, A. Das Mikroskop in der Toxikologie. Mainz 1865.
25. Hlasiwecz, H. Annalen der Chemie und Pharmacie, 77, 49 (1851).
26. Kahlbaum, Georg, W. A. Ztschr. f. anorg. Chemie, 29 (1902), 194.
27. Keller, F. Annalen der Chemie und Pharmacie, 92, 73 (1854).
28. Kempf, R. Praktische Studien über Vakuum-Sublimation. Journal für prakt. Chemie, Neue Folge, Bd. 78 (1908), pag. 201.
29. Kley, P. Mikrochemische Untersuchung des Tees und einige Beobachtungen über das Coffein. Rec. trav. chim. Pays-Bas, 20, 344. Referat in Ztschr. f. Untersuchg. d. Nahrungs- und Genussmittel, V. Jahrg. (1902), S. 84.
30. Kley, P. Ein Beitrag zur Analyse der Alkaloide. Ztschr. f. analyt. Chemie, 43. Jahrg. (1904), p. 160.
31. Krafft, F. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 28 (1895), 2583 (Bernsteinsäure).
32. Krafft und Weilandt. Sublimieren beim Vakuum des Kathodenlichtes. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 29 (1896), 2240.
33. Lassar-Cohn. Arbeitsmethoden f. organisch-chemische Laboratorien, IV. Aufl., 1906. Allgemeiner Teil, S. 246, „Sublimieren“.
34. Merck, E. Berichte v. 1895. Jan.
35. Michael, A. Zur Schmelzpunktbestimmung von hochschmelzenden und sogen. unschmelzbaren org. Verbindungen. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 28 (1895), 1632.
36. Molisch, H. Grundriss einer Histochemie der pflanzlichen Genussmittel. Jena 1891.
37. Nernst, W. Theoretische Chemie, 1909, 6. Aufl.
38. Nestler, A. Ein einfaches Verfahren des Nachweises von Theïn und seine praktische Anwendung. Ztschr. f. Untersuchg. d. Nahrungs- und Genussmittel, IV. Jahrg. (1901), S. 289.
39. Nestler, A. Über den direkten Nachweis des Cumarins und Theïns durch Sublimation. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 19 (1901), 350.
40. Nestler, A. Nachweis von extrahiertem Tee durch Sublimation. Ztschr. f. Untersuchg. d. Nahrungs- und Genussmittel, V. Jahrg. (1902), S. 245.
41. Nestler, A. Praktische Anwendungen der Sublimation. Ztschr. f. Untersuchg. d. Nahrungs- und Genussmittel, VI. Jahrg. (1903), S. 408.
42. Ostwald, W. Studien über die Bildung und Umwandlung fester Körper. Ztschr. f. physik. Chemie, Bd. 22 (1897), S. 289.
43. Ostwald, W. Grundlinien der anorganischen Chemie. Leipzig 1900.
44. Ostwald, W. Grundriss der allgemeinen Chemie. 4. Aufl. Leipzig 1909.
45. Ostwald, W. Lehrbuch der allgemeinen Chemie. II. Bd. II. Teil. Leipzig 1896—1902.
46. Pozzi-Escot, M. E. Nachweis der Alkaloide auf mikrochemischem Wege. Chem. Zentralblatt 1902, I, 1177.
47. Riiber, C. N. Ein neuer Sublimationsapparat. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 33 (1900), 1655.
48. Rosenthaler, L. Pyroanalyse der Drogen. Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges., 21 (1911), 338.
49. Schabus, J. Jahresbericht der Chemie 1854, 509, 525.
50. Schmidt, E. Pharmaceutische Chemie, IV. Aufl. (1901), II., 1417.
51. Schroeder van der Kolk. Kurze Anleitung zur mikroskop. Kristallbestimmung. Wiesbaden 1898.

52. Schwabe, W. Jahresbericht der Chemie 1860, 363.
53. Sedgwick. Brit. Rev., LXXXI, p. 262 (Referat in Husemann-Hilger „Pflanzenstoffe. Berlin 1882, I. Bd. 48).
54. Senft, Mr. Em. Nachweis von Cocain mittelst Permanganat. Pharm. Praxis. Wien und Leipzig, II. Jahrg., 12. Heft (1903).
55. Sommaruga, E. v. Annalen d. Chemie, 195, 305 (1879).
56. Stefan, J. Versuche über die Verdampfung. Ber. d. k. k. Akademie zu Wien [2], 68, 385 (1873).
57. Stock und Gomolka. Darstellung des Hittorfschen Phosphors durch Sublimation. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 42 (1909), 4521.
58. Stock und Heynemann. Flüchtigkeit der Bromide des Radiums, Bariums, Strontiums und Calciums. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 42 (1909), 4088.
59. Tammann, G. Über die Abhängigkeit der Zahl der Kerne, welche sich in verschiedenen unterkühlten Flüssigkeiten bilden, von der Temperatur. Ztschr. f. physikal. Chemie, Bd. 25 (1898).
60. Tammann, G. Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903.
61. Täuber. Ztschr. f. Kristallographie, 33, 78.
62. Tunmann, O. Der mikrochemische Nachweis der Enzianwurzel und der Asa foetida durch die direkte Mikrosublimation. Handelsbericht v. Gehe & Co. 1911.
63. Tunmann, O. Der weitere Ausbau der Mikrosublimationsmethode und der Nachweis des Arbutins in Pflanzen. Berichte der Deutschen Pharm. Ges., 21 (1911), 312.
64. Tunmann, O. Der Nachweis des Aesculins durch Mikrosublimation. Apotheker Ztg. 1911, Nr. 77.
65. Tunmann, O. Zur Mikrochemie des Betulakampfers. Apotkeker Ztg. 1911, Nr. 35.
66. Volhard, J. Annalen d. Chemie, 261, 380 (1891).
67. Waddington, H. J. On microsublimation. Pharmaceutical Journal and Transactions, II. Serie, 9. Bd. (1867—68), pag. 409.
68. Weinschenk. Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsmikroskopes, II. Aufl., pag. 36.
69. Will, W. Über Atropin und Hyoscyamin. Berichte der Deutschen Chem. Ges., 21 (1888), 1717.
70. Wormsley. Microchemistry of poisons, including their physiological, pathological and legal relations (1867).

Erklärung der Abbildungen[1]).

Fig. 1. **Atropin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild stellt die merkwürdigen, an Pflanzen erinnernden Kristallisationen dar, welche beim Aufbewahren amorpher, tröpfchenförmiger Atropinsublimate oft entstehen.

Fig. 2. **Brucin** (ca. 80 × vergr.). Das Sublimat besteht aus einem Felde amorpher Tröpfchen, in welchem vereinzelt, in kleinen Höfen, Aggregate prismatischer Kriställchen liegen.

[1]) Es war leider nicht möglich alle Feinheiten und die ganze Schärfe der Original-Mikrophotographien auch in der Reproduktion zum Ausdruck zu bringen.

Fig. 3. **Cantharidin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt in verschiedenen Lagen die meist prachtvoll ausgebildeten Prismen des Cantharidinsublimates.

Fig. 4. **Chinin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt die interessanten ersten Phasen der Kristallbildung im Chininsublimat. Bei der Sublimation des Chinins entsteht zuerst ein Beschlag aus feinen amorphen Tröpfchen. In diesem bilden sich dann im weiteren Verlauf der Sublimation eigentümliche Kristallisationen: Einzelne Tröpfchen strecken sich zu kurzen Stäbchen und setzen sich zu garbenartigen Gebilden zusammen, welche an die Zeichnung von Kraftlinien in einem Magnetfeld erinnern, wie man sie durch Eisenfeile und einen kurzen Magneten erhält.

Fig. 5. **Chinin** (ca. 75 × vergr.). Das Bild bringt die weiteren Stadien der Kristallbildung zur Darstellung. Aus den magnetfeldähnlichen Zeichnungen (Fig. 4) sind prachtvolle „Garben“ von Kristallfäden (Trichiten) entstanden. Sie erscheinen besonders schön ausgebildet an den Rändern der Chininsublimate.

Fig. 6. **Chinidin** (ca. 13 × vergr.). Das Bild zeigt, wie in dem bei der Sublimation von Chinidin zuerst entstehenden Beschlag amorpher Tröpfchen sich die charakteristischen, büschelartig verzweigten Kristallaggregate bilden. Die Kristallisationen sind von kleinen, tröpfchenfreien Höfen umgeben und wachsen in das Tröpfchenfeld hinein.

Fig. 7. **Cinchonin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild stellt die in Cinchoninsublimaten oft erscheinenden, merkwürdigen, an Schwärmsporen erinnernden Aggregate dar. Sie bestehen aus feinen Nadeln, die entweder federartig eingerollt sind und oft geschlossene Kränzchen bilden, oder gespreizt von einander abstehen.

Fig. 8. **Cinchonidin** (ca. 13 × vergr.). Die dichte graue Fläche stellt einen homogenen Beschlag feinster, amorpher Tröpfchen dar, wie er bei der Sublimation des Cinchonidins zuerst entsteht. Im Tröpfchenfelde erscheint in einem grossen Hofe ein Kristallaggregat. Ausserhalb des Tröpfchenfeldes sieht man kleinere Kristallknäuel mit scharf abstehenden Nadeln und ein grösseres, flechtenartiges Kristallaggregat, das teilweise noch mit den amorphen Tröpfchen in Berührung steht und aus solchen entstanden ist.

Fig. 9. **Cocain** (ca. 13 × vergr.). Das ausserordentlich charakteristische Bild zeigt die feinen, verzweigten Kristallisationen. die im Verlaufe der Sublimation im zunächst homogenen, tröpfchenförmigen Sublimat entstanden sind. In der nächsten Umgebung der Kristalle sind die Tröpfchen verschwunden, indem sie verdampft und auf die Kristalle überdestilliert sind. Im Zentrum des Bildes und links unten finden sich noch Reste des ersten amorphen Tröpfchenbeschlages. Die dunklere Tröpfchenpartie stellt nicht etwa eine Verunreinigung, sondern kristallinisch gewordene Tröpfchen dar. Die übrigen, klar durchsichtigen Tröpfchen sind noch amorph. Nahe bei den kristallinischen Tröpfchen erscheint in einem Hofe ein gut ausgebildetes, rautenförmiges Einzelkriställchen, welches mit einer schwach vergrössernden Lupe deutlich zu sehen ist.

Fig. 10. **Cocain** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt dickere Äste der Cocainkristallisationen bei stärkerer Vergrösserung. Man sieht deutlich Querabsonderungen. Links oben erscheint (wie in Fig. 9) wieder ein rautenförmiger Einzelkristall. Links unten sieht man klar durchsichtige, amorphe Tropfen. Rechts sind die Tropfen bereits körnig kristallinisch geworden.

Fig. 11. **Codein** (ca. 20 × vergr.). Das Bild zeigt die charakteristischen Formen der Codeinsublimate. Zuerst bildet sich bei der Sublimation ein Feld amorpher Tröpfchen. In diesem entstehen dann im weiteren Verlauf der Sublimation an einzelnen Stellen Kriställchen, an welche sich rasch neue anlagern. In der Umgebung der Kristalle verschwinden die Tröpfchen, indem sie verdampfen und auf die Kristalle überdestillieren. Nur an einzelnen Stellen sind diese noch mit dem Tröpfchenfeld in Berührung. Es erscheinen dort Übergangs-

bildungen von amorphen Tröpfchen zu mehr oder weniger vollkommenen Kristallen. Die dunkleren, kristallinisch gewordenen Tröpfchen zeigen im polarisierten Licht oft interessante Zonenbildungen (vergl. S. 348). Die Kristallaggregate bestehen aus gleichartigen, rhombischen Prismen, die meist sehr regelmässig zusammengelagert sind.

Fig. 12. **Coffein** (ca. 80 × vergr.). Das Sublimat besteht aus Nadeln, welche an den Enden oft fein zerteilt sind, und aus kleinen, sechseckigen Kriställchen, die im Bilde als dunkle Punkte erscheinen. Bei einigen dieser Gebilde kann man indessen mit einer schwachen Lupe deutlich den sechseckigen Umriss erkennen.

Fig. 13. **Hyoscyamin** (ca. 20 × vergr.). Das Bild zeigt die feinen Kristallisationen, welche in einem zunächst tröpfchenförmigen Hyoscyamin-Sublimat im Verlaufe der Sublimation entstanden sind. Die dunklen Kerne stellen die Kristallisationszentren dar, von denen aus die ungemein zarten, verzweigten Kristallfäden nach verschiedenen Richtungen verlaufen.

Fig. 14. **Morphin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild stellt eine der am häufigsten auftretenden und recht charakteristischen Formen der Morphinsublimate dar: flechtenartige Aggregate, welche aus amorphen Tröpfchen entstanden und im Innern aus kleinen prismatischen Kriställchen zusammengesetzt sind. An den Rändern der Aggregate sitzen grosse, glasklare, prachtvoll ausgebildete Prismen, welche aus dem Dampfe gewachsen sind.

Fig. 15 **Morphin** (ca. 80 × vergr.). In einem Hofe liegt ein strahliges, aus kleinen Prismen zusammengesetztes Kristall-Aggregat (vergl. Form 3, S. 343). Die den Hof umschliessenden Krusten bestanden ursprünglich aus amorphen Tröpfchen, die nun alle kristallinisch geworden sind.

Fig. 16. **Morphin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt kleinere rhombische Einzelkristalle von Morphin und merkwürdige, grössere Aggregate, die im Umriss oft als Kristallindividuen erscheinen und hie und da von einem Kranz kleiner prismatischer Kriställchen umgeben sind (vergl. Form I und II 1 S. 342).

Fig. 17. **Narkotin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt die charakteristische Form des Narkotinsublimates. Man sieht die zuerst entstandenen amorphen Tröpfchen, in welchen sich Höfe mit Kristallen gebildet haben. Zum Teil sind es Individuen, zum Teil längere, flache Aggregate, die deutliche Querabsonderung und Risse zeigen.

Fig. 18. **Solanin** (ca. 80 × vergr.). Das Sublimat besteht aus charakteristischen garbenförmigen Aggregaten von Kristallnadeln. Zwischen den Aggregaten erscheinen vereinzelt amorphe Tröpfchen.

Fig. 19. **Strychnin** (ca. 80 × vergr.). Das Bild zeigt einige der am häufigsten auftretenden Formen der Strychninsublimate. Unten erscheinen dichte, unregelmässig verzweigte, moosartige Aggregate, die im Innern aus feinen Kriställchen bestehen und deren Ränder besetzt sind mit kürzern oder längeren Prismen und krallenförmigen Gebilden (vergl. Form 2, S 337). Oben im Bilde finden sich dichte, knäuelförmige Aggregate kleiner Kriställchen, von denen grössere Prismen strahlig abstehen (vergl. Formen 3 und 4, S. 338).

Fig. 20. **Thebain** (ca. 80 × vergr.). Auf dem Bilde erscheinen alle für das Thebain-Sublimat charakteristischen Kristallbildungen: viereckige Plättchen, kleine Prismen, Nadeln und grosse „dornige“ Aggregate, welche im Innern aus kleinen, treppenförmig zusammengesetzten Täfelchen bestehen, an welche sich am Rande grössere Nadeln und Prismen ansetzen.

Mikrosublimate.



Fig. 1. Atropin (ca. 80 × vergr.)

) × vergr.)

Fig. 5. Chinin (ca. 75 × vergr.)

Fig. 6. Chinidin (ca. 13 × vergr

× vergr.)

Fig. 10. Cocain (ca 80 × vergr.)

Fig. 11. Codein (ca. 20 × vergr.)

80 × vergr.)

Fig. 15. Morphin (ca. 80 × vergr.)

Fig. 16. Morphin (ca. 80 × vergr.)

80 × vergr.)

Fig. 20. Thebain (ca. 80 × vergr.)

Robert Eder: Über die Mikros

Brunner & Co., Kunstanstalt Zürich

Mikrosublimate.

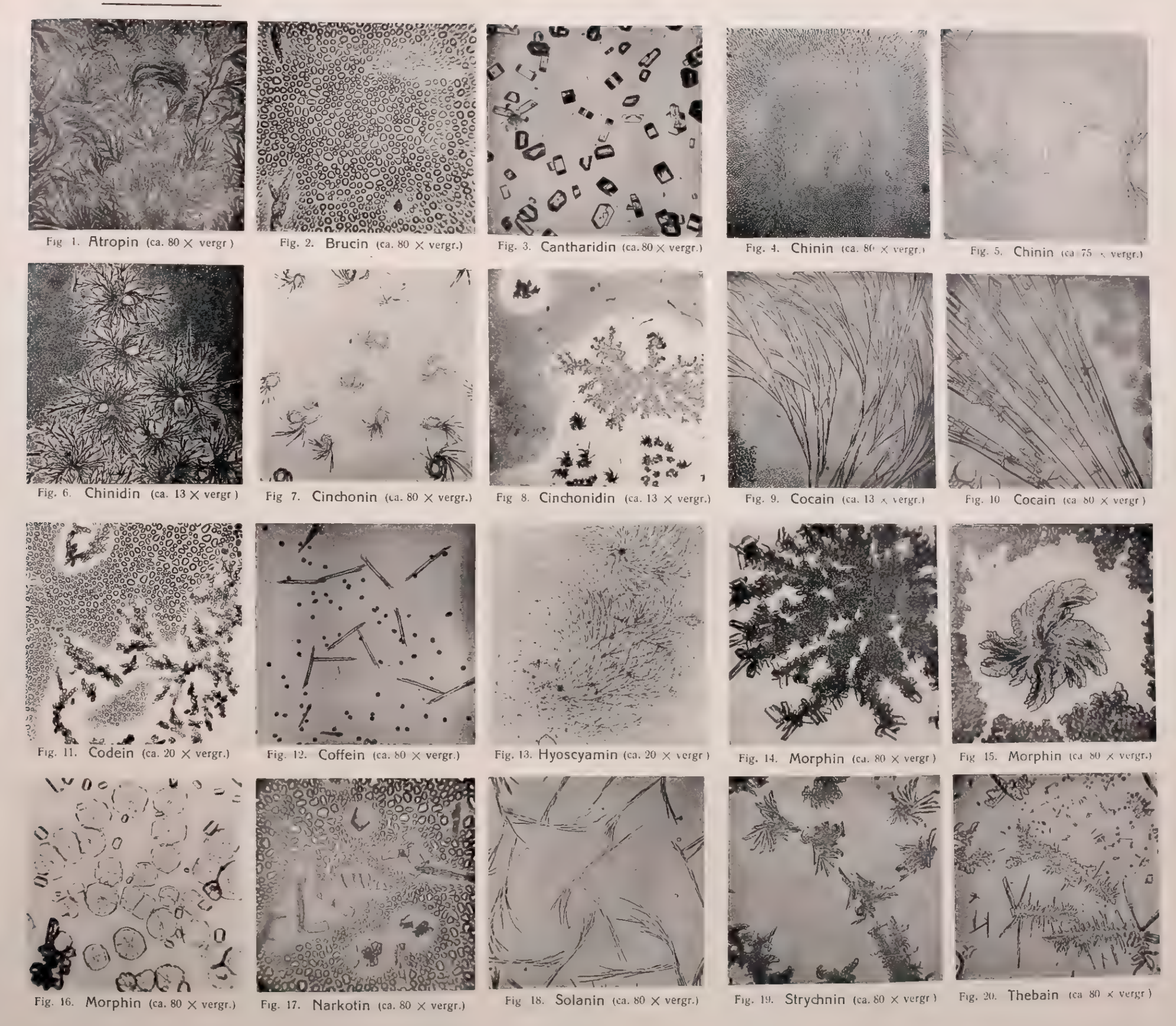


Fig. 1. Atropin (ca. 80 × vergr.) Fig. 2. Brucin (ca. 80 × vergr.) Fig. 3. Cantharidin (ca. 80 × vergr.) Fig. 4. Chinin (ca. 80 × vergr.) Fig. 5. Chinin (ca. 75 × vergr.)

Fig. 6. Chinidin (ca. 13 × vergr.) Fig. 7. Cinchonin (ca. 80 × vergr.) Fig. 8. Cinchonidin (ca. 13 × vergr.) Fig. 9. Cocain (ca. 13 × vergr.) Fig. 10. Cocain (ca. 80 × vergr.)

Fig. 11. Codein (ca. 20 × vergr.) Fig. 12. Coffein (ca. 80 × vergr.) Fig. 13. Hyoscyamin (ca. 20 × vergr.) Fig. 14. Morphin (ca. 80 × vergr.) Fig. 15. Morphin (ca. 80 × vergr.)

Fig. 16. Morphin (ca. 80 × vergr.) Fig. 17. Narkotin (ca. 80 × vergr.) Fig. 18. Solanin (ca. 80 × vergr.) Fig. 19. Strychnin (ca. 80 × vergr.) Fig. 20. Thebain (ca. 80 × vergr.)

Robert Eder: Über die Mikrosublimation von Alkaloiden im luftverdünnten Raum.

Brunner & Co., Kunstanstalt, Zürich.

Das Mark der Röhrenknochen.

Untersuchungen an Pferden.

Von

Eberhard Ackerknecht.

Die Erkennung von Krankheitsbildern an Organen gründet sich auf eine möglichst tiefgehende Kenntnis ihrer Anatomie und Physiologie. Dem Knochenmark scheint es, besonders in der Tierheilkunde, jetzt noch an der genügenden Erforschung zu mangeln, um eine einwandsfreie Pathologie dieses Organs darauf aufbauen zu können. Man hat zwar die grosse Bedeutung des Knochenmarks und seine mannigfachen Funktionen schon früh erkannt und in zusammenfassender Weise dargetan; den Elementen des Marks ist man durch Beobachtung und Experiment nahe gerückt und hat Klarheit in ihre Deutung gebracht. Dennoch bekommt man beim Studium der Literatur den Eindruck, dass die rein beschreibende Wissenschaft, besonders im grob anatomischen Teil, noch manches zu klären hat. Sonst könnte nicht so manche irrige Anschauung, deren Beseitigung durch ein möglichst grosses Untersuchungsmaterial leicht möglich ist, Bestand gehabt haben und bis heute Lehre gewesen sein: auf die seitherige Oberflächlichkeit, z. B. in der Annahme von „Blutungen" im Mark, wurde erst in den letzten Jahren hingewiesen.

In der Humanmedizin waren es Ponfick, Geelmuyden, Kaufmann, Helly u. a., welche der anatomischen Breite des Marks zu ihrem Recht verhalfen, während in der Tierheilkunde nach einem Deutungsversuch Stickers (i. Jahr 1887) erst im Jahr 1908 durch Skiba ein energischer Anfang in dieser Richtung gemacht wurde.

Bei den Menschenärzten liegen z. T. äussere Gründe (Blechmann 1878) vor, welche neben den technischen Schwierigkeiten bei der Zerlegung besonders der Röhrenknochen die systematische Betrachtung des ganzen Knocheninnern auf den Sägeflächen selten machen; für das tierärztliche Material stand nur mehr die i. a. sehr

sprechend die in dieselben eintretenden Ernährungsgefässe zahlreicher.“ Wegner (1874) und Wolf (1874) zeigen ferner, dass der Epiphysenfugenknorpel für das Längenwachstum das leistet, was das Periost (nach Wegner) und innere Umwälzungen (nach Wolf) für das Dickenwachstum tun.

In den Lehrbüchern von Ellenberger-Günther (1908), Ellenberger-Baum (1903), Frank-Martin (1902), Schmaus (1901), ferner in den Abhandlungen von Ponfick (1872) und Bizzozero (1871) wird das Markgefässsystem so geschildert, dass an der Wand der Markhöhle ein dichtmaschiges Venennetz liegt, weshalb auch der Markzylinder peripher oft sehr blutreich und auf dem Längssägeschnitt eine blutige Randzone zu sehen sei. Ferner gingen die weitmaschigen reichlichen Kapillaren in äusserst dünnwandige, weite, klappenlose Venen über, die mit denen der Compakta (Rindengefässsystem!) im Zusammenhang stehen und so ihr Blut den periostalen Venen übersenden, während eine grosse Vene mit der A. nutritia, also zentral, verläuft.

Die Bildung und Grösse der Höhlen- und die Scheidung der Spongiosamarkteile bespricht Pütz (1874) eingehend, während Sticker (1887) nur das „Schwinden der Spongiosa in den langen Röhrenknochen und das allmähliche Verschmelzen der kleinen Markräume zu einer grossen Höhle, der Markhöhle,“ erwähnt. Skiba (1908) schildert die Diaphysengrenzen und die Beziehungen zwischen Spongiosa und Compakta und Markraum folgendermassen: „An noch im Wachstum begriffenen Tieren kann man sich leicht von der Grenze zwischen Epi- und Diaphyse überzeugen, da dieselbe ja durch den Epiphysenknorpel gebildet wird. Später, wenn diese Grenzschicht sich auch in Knochen verwandelt hat, gelingt es nur noch in der ersten Zeit, bei genauer Beobachtung die alte Grenze festzustellen und zwar tritt an jener Stelle die Spongiosa durch ein viel engeres Gefüge der Bälkchen hervor. Im Alter schwindet auch dieser Zustand, so dass die Knochenabschnitte unmerklich[1]) in einander übergehen. Bei Verfolgung dieser Merkmale kann man sich davon überzeugen, dass die Epiphysen nur etwa ein Drittel der Spongiosa ausmachen.“ „Allmählich entwickelt sich der Markraum so, dass er bei der Geburt fast den ganzen Knochen einnimmt, während die Spongiosa stark zurückgegangen ist und sich nur auf die beiden Enden beschränkt. So bleibt es auch in den jungen Jahren des Tieres, bis mit dem Ansteigen des Alters die Spongiosa wieder weiter um sich greift und den eigentlichen Markraum Schritt für Schritt wieder einengt.“

In solchem Knochen- und Gefässgerüst befindet sich nun, je nach Alter und Ernährungszustand des Tieres: ein rotes, lymphoides oder splenoides[2]) (Ziegler 1906) Mark, ein reines gelbes Fettmark, ein serös schleimiges, gelatinöses oder Gallertmark oder (was sehr oft der Fall ist) eine Mischung und Übergangsformen zwischen den drei Markarten, so, dass rotes Mark Fetteinlagerung zeigt oder in einem Fettmark sich lymphoide Bezirke erhalten,

[1]) Dies gilt nach Zschokke mehr für den Oberarm- und Oberschenkelknochen des Rindes als für die des Pferdes, wo in der Architektur der Spongiosa sich zeitlebens eine Verdichtungszone der Bälkchensysteme erhalte, welche dem Verlaufe der Epiphysengrenzen entspreche.

[2]) Ziegler will „lymphoid“ nur für Fälle gebraucht wissen, in denen das Mark reichlich Leukocyten enthält. Er heisst das Jugendmark „splenoid“, weil normale Lymphdrüsen („lymphoid“) grau und grauweis gefärbt und von fester Konsistenz sind, also die Milzähnlichkeit zutreffender sei.

bilden und ausdehnen; ebenso, dazu noch in Beziehungen zum Fettmark, treffen wir Mischungsverhältnisse im Gallertmark an. Die Menge des Fettes bestimmen wir grob und sinnfällig durch die Schwimmprobe bezw. das Untersinken im Wasser (Skiba 1908).

Skibas treffende Schilderung und Deutung der Sägeflächenbilder beim Pferd betont das wechselnde Rot, Graurot, Schwarzrot der umschriebenen Bezirke, der „Überreste roten Markes", ihre wechselnde Konsistenz und ihr Vorkommen im spongiösen und Höhlenmark. Ferner führt er jene Farben- und Konsistenznuancen auf den jeweiligen Fett-[1]) bezw. Gallertgehalt zurück und verweist darauf, dass das Stehenlassen an der Luft berücksichtigt werden müsse. Die Blutfarbe geht ja durch Sauerstoffzutritt Aufhellungen ein und das oft zunächst ölige Pferdefett gesteht an der Luft und beim Abkühlen, so dass wir in der Folge eine trockene, mürbe, brüchige oder auch feste Beschaffenheit des Markes bekommen.

Dem Mark der grossen Röhrenknochen gilt Neumanns „Gesetz der Verbreitung des gelben und roten Markes in den Extremitätenknochen" (1882).

Er sagt: „Während im Schädel und in den meisten Knochen des Rumpfes (Wirbel, Rippen, Brustbein) ein sogenanntes rotes, lymphoides Mark fast ausnahmslos zu finden ist, bieten bekanntlich die Knochen der Extremitäten eine sehr wechselnde Beschaffenheit des in ihren Hohlräumen eingeschlossenen Inhalts dar. Bei ihnen wird das ursprünglich vorhandene rote Mark im Laufe der physiologischen Entwicklung zum grossen Teil durch ein gelbes Fettmark ersetzt und unter dem Einfluss konstitutioneller Erkrankungen teils wiederum in den früheren Zustand zurückgebildet, teils in ein schleimiges Gallertgewebe verwandelt. Nach einer in vielen Lehrbüchern sich wiederholenden Darstellung würde ein Gegensatz zwischen dem in der spongiösen Substanz der Epiphysen und dem in der zentralen Höhle der Diaphyse enthaltenen Mark bestehen: dort wäre ein rotes, hier ein gelbes Mark der gewöhnliche Befund.

Ein solcher Gegensatz existiert nach den mir vorliegenden Erfahrungen nicht, vielmehr gelangte ich zu einem ganz anderen Resultate. Es zeigte sich, dass bei erwachsenen Personen der normale Zustand darin besteht, dass entweder sämtliche kleineren und grösseren Knochen der Extremitäten ausschliesslich gelbes Mark enthalten, oder dass die Anwesenheit eines roten, lymphoiden Markes sich auf den oberen Teil des Oberarms- und Oberschenkelbeins (oberer Epiphyse und kleineren oder grösseren Teils der anstossenden Diaphyse) beschränkt, während die anderen Teile gelbes Fettmark enthalten. Selbstverständlich ist der Übergang vom roten in gelbes Mark ein allmählicher und häufig reicht das erstere an der Oberfläche des Markzylinders weiter abwärts als in der Axe. Die Rückbildung des gelben in rotes Mark erfolgt stets in zentrifugaler Richtung; dieser Prozess geht in allen vier Extremitäten gleichzeitig vor sich, manchmal scheint sich das rote Mark jedoch an den oberen Extremitäten weiter abwärts zu erstrecken als an den unteren. Umgekehrt schreitet der Prozess der Verfettung stets in zentripetaler Richtung fort."

Skibas Kritik dieser klassischen Festlegungen Neumanns gipfelt nun darin, dass wohl die Verfettung in zentripetaler Weise fortschreite, dass aber bei unseren Haustieren der Prozess nicht vom distalen zum proximalen Ende verlaufe, sondern vom Zentrum der Markhöhle zur Peripherie (mit Aus-

[1]) „Je mehr anderes Mark sich in das lymphoide eingelagert findet, desto heller wird die Farbe."

nahme der Wirbel vom Pferd und Schwein). Skiba geht sogar noch weiter. „Ist nur eine Epiphyse der Knochen mit rotem Mark versehen, so braucht dies keinesfalls immer die proximale zu sein, wie man aus dem zentripetalen Schwinden dieser Markart schliessen könnte, sondern man findet sehr häufig besonders an den beiden oberen Knochen der Extremitäten, Femur und Tibia bezw. Humerus und Radius, die distalen Epiphysen mit rotem und die proximalen nebst der Diaphyse mit Fettmark angefüllt." „Und zwar liegen (nach Skiba) diese Bestandteile entweder am Rande der Diaphyse und Epiphysen, gleichsam wie der Knochen ein unregelmässiges rotes Rohr um das andere Mark bildend und mit Ausläufern verschiedenster Art in dasselbe hineinragend, oder es sind nur einzelne Herde vorhanden (worauf Helly hinweist), die sich auf den ganzen Knochen verteilen oder nur auf den Bezirk der Spongiosa beschränken". Diese Reste[1]) stehen nun in einem engen Verhältnis zum Alter, zur Lebensweise und zur Ernährung des Tieres, worauf erst Skiba mit Nachdruck hingewiesen hat, indem er sagt: „Tierarten, deren Haltung eine fortgesetzte, anstrengende Arbeit und immerwährende Bewegung voraussetzt, wie es beim Arbeitspferde oder bei den stets sich tummelnden Hunden und Katzen der Fall ist, schreiten mit der Verfettung des Knochenmarks viel langsamer fort als andere, wie Schweine und Mastvieh, die bei wenig Bewegung sich reichliche fettbildende Nahrung zuführen können."

Ziegler (1906) hält die Menge des Fettmarks und des splenoiden Marks für wechselnd: „in Zeiten gesteigerter Blutbildung nimmt der splenoide Teil des Marks zu". In demselben Sinne ist Neumanns und Geelmuydens (1886) „kompensatorische Hyperplasie" der blutbildenden Markteile gemeint.

Eine wichtige Feststellung Skibas ist, dass die Bildung des Gallertmarks weniger vom Alter als vielmehr vom Ernährungszustand abhängig zu machen ist. Immerhin sei beim normal gehaltenen Arbeitspferd in der Regel das Fettmark im 15. bis 16. Lebensjahr durch Gallertmark ersetzt. Ähnlich ist wohl auch Ellenberger-Günthers Behauptung, dass das Gallertmark „bei älteren Pferden auch ohne Abmagerung vorkommt", aufzufassen.

Skiba denkt sich die schleimig-seröse Entartung, die Entfettung des Marks durch den notwendigen Verbrauch dieser Fettdepots im eigenen Organismus so, dass entweder äussere Nahrungsquellen versiegt sind (Hungern) oder, wie im Jahre 1878 Blechmann und Neumann sich aussprachen, im Körper durch Beschränkung der Chylifikation ein Mangel des für die Produktion neuer Blutzellen erforderlichen Materials oder gar eine noch weitergehende Unterernährung bestehen. Bei verhungernden Tieren fand Neumann (1871) stets nur gallertige Atrophie, nie lymphoides Mark.) Das Gallertmark trete gleichzeitig an allen Stellen auf, wo Fettmark vorhanden ist, und zwar ohne Zusammenhang mit der Ausdehnung der Lymphoidmarkbezirke, da ja diese von anderen ursächlichen Faktoren abhängig ist. Im Gallertmark treten nun die Gefässverhältnisse besonders schön zutage: Die Gefässe sieht man in dem glasig-durchsichtigen, schwach gelblich-rötlichen, geleeartigen bis dickflüssigen Mark sehr deutlich bis in die feinsten Verzweigungen als weisse (Arterien) bezw. blutrote (Venen) Äderung sich abzeichnen (Ponfick 1876).

[1]) Die „Pigmentkugeln" Skibas seien als besonders geartete „Reste roten Markes" kurz angeführt.

II. Histologie des Knochenmarks.

Die schon frühe gewonnene Erkenntnis von der Bedeutung des Knochenmarks für die Blutbildung war der Grund, die mikroskopische Untersuchung bis in die feinsten Einzelheiten und für alle Lebensstadien durchzuführen. Das Stützgerüst, die Gefässe und Nerven, die spezifischen Markzellen des Parenchyms bilden die einzelnen Kapitel; dazu käme noch eine sog. Grundsubstanz, das ist die gleichmässige, hyaline Masse zwischen dem Stützgerüst, in welche die eigentlichen Markzellen eingelagert sind und die nur hier und da runde, längliche oder gelappte Hohlräume zwischen sich frei lässt (Skiba).

Die Gewinnung des Materials für die zellulär-histologischen Untersuchungen bietet wesentlich geringere Schwierigkeiten, als die Ziele der makroskopischen Erforschung sie erheischen; denn aus kleineren, künstlichen Knochenwunden, die sich auch beim Menschen ohne grosse Verunstaltung der Leiche anbringen lassen, entnimmt man an bestimmten Stellen das Mark. Ferner fanden kleinere Versuchstiere: Kaninchen, Meerschweinchen usw. (die in den Röhrenknochen während des ganzen kurzen Lebens rotes Mark haben) reichliche Verwendung und zwar besonders bei den Experimenten über die Aufnahme in die Blutbahn injizierter, feinkörniger Farbstoffe, welche v. Recklinghausen, Ponfick, Hoffmann-Langerhans (i. J. 1869) ausgeführt haben. Sie wollten damit zellularphysiologische Aufklärung schaffen über die Bedeutung der Knochenmarkelemente. Auf diese Weise erfuhr unsere tierärztliche Fachliteratur eine wertvolle Bereicherung durch die experimentierenden Menschenärzte. In der Tierheilkunde leisteten 1874 Pütz, 1887 Sticker, 1905 Zietzschmann und 1908 Skiba Beiträge zu diesem Kapitel.

a) Stützgerüst.

Den wesentlichsten Bestandteil des Stützgerüsts — als form- und haltverleihende Elemente — machen wohl die Blutgefässe aus, über deren feinste Aufzweigungen und Verteilung noch immer keine Einigkeit der Anschauung herrscht. Wie bei der Milz, so schwebt beim Knochenmark immer noch die Frage unentschieden, ob das Blut, wie Hoyer, Grohé (1884), Hoffmann und Langerhans und, mit Einschränkung, auch Sticker annehmen, z. T. in „wandlungslosen" Bahnen, z. T. in Gefässen sich fortbewegt, die weder eigentliche Venen noch Kapillaren sind, sondern weite (0,025 mm) von dünnster, kernhaltiger Membran bewandete Gefässräume darstellen (Hoffmann und Langenhans). Die entgegengesetzte Anschauung vertreten Ponfick (1869 und 1872), Bizzozero (1871), Rustitzky, Pütz (1874), Heilborn, Weichselbaum, Kölliker (1902), Kaufmann (1901), Martin (1902), Stöhr (1905), Ziegler (1906), Helly (1906) und Ellenberger-Günther (1908). Ponfick findet in dem direkten Übergang der kleinen Markarterien in ungleich weitere, äusserst dünn und zartwandige, begrenzte Bluträume ein Analogon zu den venösen Milzkavernen; während Bizzozero wirkliche „Kapillaren oft und deutlich fand". Auch Pütz nimmt das Vorhandensein „eines die Fettzellen umspinnenden Haargefässnetzes" an. Rustitzky (zitiert nach Arnstein 1874) hat dagegen „in den arteriellen Kapillaren" „Stomata" [1]) gefunden. Heilborn

---

[1]) Vgl. Mollier. Archiv für mikroskop. Anatomie und Entwicklungsgesch. 76. Band, 1910/11, S. 608 ff. „Über den Bau der kapillaren Milzvenen."

1878) stellte bei seinen Experimenten an Kaninchen fest, dass die Kapillaren ungewöhnlich geschlängelt und weit und mit Erythrocyten überfüllt seien. Nach Kölliker, Kaufmann, Ellenberger-Günther, Martin, Stöhr, Ziegler und Helly ist das Knochenmark reich an dünnwandigen Gefässen, welche ein geschlossenes Netz bilden, durch schnelle Teilung aus den Arterien entstehen und in weite, sehr dünnwandige, klappenlose Venen ausmünden. „Da diese Gefässe durch ein zartes Netzwerk verästelter Zellen in der starren Knochenhülle suspendiert sind, so stehen sie weit offen, klaffen und sind nicht kollabel“ (Kaufmann 1901). Die Gefässe des Marks anastomostieren nach Übereinstimmung aller Autoren mit denen der Beinhaut, nachdem sie sich längs der das Mark durchsetzenden Bindegewebsbündel verästelt haben. Während also die grosse Gruppe der letztgenannten Autoren für das Blut im Knochenmark durchweg gebahnte und bewandete Wege annehmen, halten Sticker und Skiba dafür, dass auch „wandungslose“ Räume dem Blut Aufenthalt geben. Nach Sticker fehlen die Anastomosen dort, wo Spongiosa und lymphoides Mark sich befinden, d. h. „die kleinsten Arterien versorgen dort umschriebene, isolierte Gefässbezirke und bilden so Endarterien im Sinne Cohnheims.“ Ferner: „Während die sehr zahlreichen Gefässe des Fettmarks mit einer vollständigen Wand versehen sind, lösen sich die kleinen Arterien in der Spongiosa der Endstücke der Röhrenknochen plötzlich in kleinste Zweige auf und ergiessen ihr Blut frei in das Markgewebe, aus welchem dasselbe durch venöse offene Kapillaren wieder abgeführt wird.“ Es besteht an diesen Stellen also kein lockermaschiges, spongiöses Gewebe, sondern eine sog. „Spongioidsubstanz“ (Netzsubstanz). Das in diesen lakunaren, wandungslosen Bahnen fliessende Blut quelle mit der Markpulpa auf dem Durchschnitt der Knochen hervor und es hat deshalb von Sticker den Namen „Marksaft“ erhalten.

Skiba hebt die reichliche Anzahl der Erythrocyten hervor, die z. T. in den m. o. w. dickwandigen grösseren Arterien und Venen liegen und in den Kapillaren, wo sie von einer Schicht feinster Endothelien gegen die Umgebung abgegrenzt sind. „Ein anderer Teil derselben liegt in dichten Haufen in grossen, runden, ovalen oder gebuchteten Hohlräumen, die zwar gegen die Umgebung scharf abspringen, jedoch keine Einfassung von Endothelien aufweisen; manchmal kann man beobachten, wie ein solcher Hohlraum mit einer Kapillare in Verbindung steht, bei denen stets die Wandzellen deutlich ins Auge springen.“ Sehr viele Erythrocyten fand Skiba in dichtem Haufen und weiter zerstreut ausserhalb der Gefässe in der Grundsubstanz. An solchen Stellen findet man ab und zu auch Erythroblasten, kernhaltige rote Blutkörperchen. Skiba vertritt diese Befunde für alle Tiere. Er schliesst also: dass die roten Blutkörperchen normal sowohl inner- als auch ausserhalb der Gefässe des Knochenmarks vorkommen, dass ferner die Blutbahn nicht überall geschlossen ist, sondern dass die Bluträume, die sich den Kapillaren anschliessen, entweder ganz oder teilweise der Umgrenzung durch Endothelien entbehren.“ Die Annahme, dass auch in der Milz die Blutbahn eine teils geschlossene, teils offene sei, hat sich nach Stöhr (1905) bei vielen neueren Autoren als gültig erwiesen, so dass für den Vergleich zwischen Knochenmark und Milz eine weitere, wichtige Stütze gegeben wäre.

Über das Fehlen von Lymphräumen im Knochenmark herrscht Übereinstimmung, soweit ich darüber die Lehrbücher von Kölliker (1902), Martin (1902) und Stöhr (1905) befragte. Die Angabe im Ellenberger-

Günther, dass Lymphgefässe in den Knochenhöhlen entspringen, möchte ich nicht aufrecht erhalten; vielmehr führt ja nur das Periostium Lymphgefässe.

„Die reichlichen Nerven stammen" — nach Martin — „von Gehirn, Rückenmark und Sympathikus. Sowohl markhaltige, als marklose Fasern treten in die Haversschen Kanäle ein und ins Mark, wo sie unbekannter Weise endigen. Andere Fasern endigen in der Beinhaut in Lamellenkörperchen und sind wohl Organe des Muskelsinnes." Kitt (1905) spricht in ganz selbstverständlicher Weise von „marklosen" und markhaltigen Nervenfasern", die neben zahlreichen Blutgefässen in lymphoidem Mark gefunden wurden. Stöhr (1905) betrachtet die Nerven im Knochenmark als „hauptsächlich für die Blutgefässe bestimmt" und Helly (1906), der schon bei gewöhnlicher Färbung mit Haematoxylin-Eosin das Vorhandensein derselben beim Menschen festzustellen imstande war, betont auch, dass die Nerven immer in der Nachbarschaft der grösseren Gefässe verlaufen. Skiba (1908) hat nun trotz Anwendung spezifischer Methoden bei den Haustieren keine nervösen Elemente im Mark finden können. Er stellt aber ihr allerdings wohl spärliches Vorhandensein dennoch nicht in Abrede.

In dem Stützgerüst spielt das interstitielle Bindegewebe des Marks für gewisse Zustände des Knochenmarks die Hauptrolle: für die Bildung von Fettmark und Gallertmark. Foà (1899) spricht vom Stromanetz des Marks beim Kaninchen. Nach Skiba haben die Bindegewebszellen rundliche, spindelförmige, viereckige, auch vieleckige und gezackte Formen mit rundlichen, ovalen, auch bohnenförmigen Kernen, deren Kerngerüst und Kernkörperchen meist erkennbar ist. Nach allen Seiten hin verbinden sich die Stützzellen durch feinste Bindegewebsfasern zu einem sehr zarten Netzwerk. Nur an den grösseren Gefässen stösst man auf reichlicheres Bindegewebe, das von der Adventitia in dicken Strängen nach allen Seiten in das Mark ausstrahlt und sich immer mehr verliert, je weiter es vordringt. Schon Hoffmann und Langerhans (1869) und Geelmuyden (1886) machen auf das hinfällige, aus anastomosierenden Zellen gebildete Retikulum aufmerksam, in dessen Maschen die verschiedenen Zellen des Marks eingelagert sind, mit Ausnahme der Fettzellen, die sie mit Neumann für integrierende Bestandteile des stützenden Gewebes halten.

Und zwar entstehen die Fettzellen, wie auch Kaufmann (1901), Ellenberger-Baum (1903), Stöhr (1905), Ziegler (1906), Helly (1906) und Skiba (1908) übereinstimmend und mit Nachdruck behaupten, aus den sternförmigen Bindegewebszellen[1]) des Reticulum, die einst die Hauptmasse des embryonalen Marks ausmachten und später durch Aufnahme von Fett das echte Mark, d. h. die Markzellen, mehr und mehr verdrängen und die hyaline Grundsubstanz überflüssig machen. Wir sehen deshalb im Fettmark zwischen den Fettkugeln nur feinste Bindegewebsfäserchen netzförmig verlaufen und peripher platte Kerne als Überreste der Zellen.

Erst im sog. Gallertmark treten die vielgestaltigen Bindegewebszellen als Bilder eines feinen Netzwerks wieder in die Erscheinung, allerdings in viel grösserer Menge als im roten Mark. Durch Schwund des Fettes sollen sich nach Ellenberger-Günther (1908) und Ziegler (1906) die Fett-

[1]) „Eine Verfettung der Markzellen" — betont Skiba ausdrücklich — „konnte ich niemals beobachten", so dass also die von Martin (1902) aufgestellte Anschauung, „dass die Fettzellen sich aus Markzellen entwickelt haben", zurückgewiesen werden muss.

zellen wieder in gewöhnliche sternförmige Bindegewebszellen umwandeln; und der dadurch frei gewordene Raum werde nicht durch die Markzellen, sondern durch Flüssigkeit (Schleim) eingenommen. Dieser Anschauung widerspricht Skiba mit aller Entschiedenheit. Er schliesst aus seinen Befunden, „dass das Stützgerüst des Gallertmarks seine Bildung von den Gefässen aus nimmt und zwar von der Adventitia aus. Die gallertige Interzellularsubstanz tritt an Stelle eines Teils der Bindegewebsfasern." Mit anderen Worten: die alten Fettzellen verschwinden vollständig und die Bindegewebszellen des Gallertmarks werden ganz neu gebildet; sie seien ja intakt, höchstens ab und zu fetthaltig und die Gallertsubstanz liege nicht innerhalb, sondern ausserhalb der Zellen! Die gelatinöse Grundsubstanz lässt nur um die Bindegewebszellen (hofähnlich) Platz.

b) Markzellen.

Wenn wir vom Knochenmark schlechtweg reden, denken wir vorwiegend an das leistungsfähige rote Mark, in dem die sog. spezifischen Markzellen den Hauptbestandteil bilden. Sie sind es, welche man so mannigfach, auch durch Experimente zu erforschen suchte. Die Resultate stammen besonders von Kaninchen. Für ein reiches Material von Menschen haben die patholog.-anatomischen Forscher gesorgt. An Hunderten von Fällen studierten Litten und Orth (1877), Blechmann (1878), Grohé (1884), Geelmuyden (1886), Orth (1887) und a. m. die Beschaffenheit des Knochenmarks beim Menschen.

Die roten Blutkörperchen, von deren sehr reichlichem Vorkommen im Knochenmark aus Anlass der Diskussion über die feinsten Blutbahnen schon das Wichtigste gesagt ist, treffen wir im Parenchym nicht nur als kernlose Blutscheiben, sondern hier während des ganzen Lebens auch in ihren Vorstufen: den Erythroblasten (Kaufmann 1901 und Stöhr 1905). Man unterscheidet an kernhaltigen roten Blutkörperchen hauptsächlich zwei Arten: Normoblasten und Megaloblasten. Der Kern ist bei den Erythroblasten oft exzentrisch gelagert, oft pyknotisch, mit Haematoxylin intensiv blau gefärbt, ohne eigenes Strukturbild; das Protoplasma zeigt eine homogene orangerote Eosin-Färbung. Geelmuyden (1886) sah die kernhaltigen roten Blutkörperchen oft zweikernig, eingeschnürt, in Teilung.

Während Ehrlich (1898) die Megaloblasten für krankhafte Rückschlagsformen ins Embryonalstadium hält, konstatiert Grawitz (1902) ihr Vorkommen im normalen Mark und Askanazy (1901) erklärt sie als Vorstufen der Normoblasten. Über die Entkernung der Normoblasten (ob durch Zerbröckelung oder durch Ausstossung in toto) herrscht immer noch keine Einigkeit. Damit hängt auch die Frage der Entstehung von Blutplättchen zusammen, die ja bei der Blutgerinnungsfrage eine wichtige Rolle spielen.

Wir wollen auf solche prinzipielle Fragen nicht eingehen, da ihre Lösung für unsere Zwecke nicht von Bedeutung ist. Aus demselben Grunde erwähne ich nur beiläufig die heute wieder zu Ehren kommende, von Nägeli u. a. (1907 und 1908) noch bestrittene Anschauung Neumanns und Pappenheims, dass die roten Hämoglobin(= Hb)haltigen Blutkörperchen aus denselben Zellen wie die farblosen Blutzellen ihren Ursprung nehmen. Helly (1906) und schon Geelmuyden (1886) bestreiten aber entschieden und mit starken Gründen jeden Übergang von einer Gruppe in die andere; jede Art vermehre sich nur unter sich.

Was nun die eigentlichen, farblosen, weissen, hämoglobinfreien Markzellen anlangt, so sind sie zwar sehr verschiedenartig in der Erscheinung, jedoch wohl sämtlich in der Genese zusammenhängend, Angehörige einer Entwicklungsreihe. Ehe man die Bindeglieder für diese Reihe gefunden, hat man sich schon lange damit beschäftigt, ein histogenetisch und physiologisch richtiges System der Markzellen zu finden. Man versuchte es mit einem auf Farbenreaktionen beruhenden, morphologischen Prinzip und zwar mit Erfolg. Ehrlich gab die erste Einteilung, welche natürlich mehrfach nachgeprüft, erweitert, vertieft und so verbessert wurde.

Die, nach Skiba (1908), ursprünglich aus der Milz in das embryonale Knochengewebe eingeschwemmten[1]) Lymphzellen sind ungranuliert. Diese kleinen Lymphocyten (von Nägeli Myeloblasten genannt) entwickeln sich durch mehrere Stadien zu grösseren Zellen. Jene Rundzellen (kleine Lymphocyten) haben etwa Erythrocytengrösse und bestehen fast nur aus Kern mit schwachem Protoplasmasaum; sie sind basophil. Die zweite Stufe übertrifft die erste zwei- bis dreimal an Grösse, hat einen helleren Kern, ein deutlicheres Kerngerüst und einen breiteren Zelleib; die Basophilie ist geblieben. Als dritte Gruppe lassen sich, auch noch granulafreie und basophile, im Kernbild veränderte Zellen mit reichlichem Plasmaleib aufstellen. Der Kern ist oval, manchmal seitlich eingebuchtet und bohnenförmig, ab und zu auch noch rund, jedoch noch heller und grösser als bei den grossen Lymphocyten. Diesen dritten Typus rechnet Pappenheim zu der vorigen Art; Ehrlich nennt sie mononukleäre Leukocyten, Helly leukocytoide Lymphocyten; und Skiba bezeichnet ihn als Übergangszelle zu den granulierten Markzellen, die ja eine ganz ähnliche Kernformenreihe und einen reichlichen Protoplasmaleib aufweisen, dazu aber eben die Granula.

Die Kernformen dieser vierten granulierten Zellgruppe und die verschiedene Affinität der Granula zu den einzelnen Farbstoffen liessen weitere Unterabteilungen bestimmen. Nach der grossen runden, ovalen oder gebuchteten oder bohnenförmigen Kerngestalt, die hell und mit deutlichem Gerüstwerk ausgestattet ist, bestimmen wir die sog. Myelocyten. Die Leukocyten dagegen haben einen gelappten, hufeisenförmigen oder unregelmässig gebuchteten Kern, der infolge seines grossen Chromatingehalts viel dunkler erscheint. Je nachdem nun die Angehörigen der genannten zwei Gruppen reagieren, bekommen wir bei beiden grob eosinophile, fein amphophile, grob und fein basophile, endlich fein neutrophile granulierte Markzellen.

Das Endprodukt solcher Kern- und Plasmakörnchenveränderungen haben wir in jenen polymorphkernigen[2]) Leukocyten zu erblicken, so dass das Knochenmark neben der Erythrocyten- auch der Leukocytenproduktion vorstünde. Die vorstehende Lehre von den Markzellen hat heftige Gegner. Nägeli, Hirschfeld, Rubinstein und Horwitz (zit. nach Skiba) wollen streng unterschieden wissen zwischen Lymphoblasten und Myeloblasten. Doch haben Helly, Pappenheim und Butterfield die Hinfälligkeit der

[1]) Vgl. Maximow. Die embryonale Histogenese des Knochenmarks der Säugetiere. Archiv für mikroskop. Anat. und Entwicklg. 76. Bd. S. 1—113. 1910.

[2]) Die Vielgestaltigkeit des Kerns ist wohl zu unterscheiden von der Vielkernigkeit. Letztere stellt eine Zerfallserscheinung physiologischer Natur dar (das Altern der Zelle!) oder auch einen frühzeitigen Zelltod, z. B. durch Bakteriengifte (Eiterkörperchen!).

Einwände gegen die genetische Gleichstellung der Urzellen klargelegt. Gütig (zit. nach Skiba) gibt wenigstens zu, dass sich neben den Myeloblasten (nicht aber aus denselben) auch Lymphocyten im Mark selbst bilden und nicht nur von aussen eingeführt werden.

Die Herkunft und Bildung der Granula, ferner ihre chemische Zusammensetzung sind noch unentschiedene Fragen, deren Erörterung aber hier zu weit führen würde.

Wichtig für uns erscheint mir noch, zu betonen, dass also die hämoglobinfreien Knochenmarkzellen ausserhalb der Gefässe, in der Grundsubstanz des Marks ihren Ursprung nehmen, um erst später in die Gefässe einzuwandern, sich im Blute zu Leukocyten umzubilden und weitertransportiert zu werden.

α) Riesenzellen.

Eine bedeutende Rolle spielen die Riesenzellen des roten Marks, deren es in der Hauptsache zweierlei gibt:

Erstens solche mit vielen kleinen Kernen, die sich zu einem mehr oder weniger lappigen Kerngebilde zusammenlegen. Ihren Ursprung sollen sie nach Nägeli aus den Myeloblasten, nach Pappenheim aus Osteoblasten, Osteoklasten und Lymphocyten nehmen, deren Zellleiber verschmelzen, so dass die Kerne ganz eng gruppiert erscheinen; während Grohé neben der Konfluenz ein Aufblähen der Markzellen und Invaginationsvorgänge, auch fettige Degeneration besonders bei den wurstförmigen Kernen für möglich hält. Arnold (1895) und Maximow (zit. nach Skiba) lassen nur die Lymphocyten als Komponenten gelten. Auch einer Kernknospung (Plurimitosis) der Leukocyten sollen sie ihren Ursprung verdanken; wie Stöhrs Megakaryocyten, die aber wohl zur 2. Kategorie der Riesenzellen (s. u.) zu rechnen sind. Grohé (1881) betrachtet diese Riesenzellen und die blutkörperchenhaltigen Zellen als Resorptionswerkzeuge der regressiven Metamorphose. Martin (1902) meint mit der Bezeichnung Myeloplaxen Ähnliches. Schur und Löwy (1900) rechnen die Riesenzellen zu den ungranulierten Markzellen. Kaufmann (1901) spricht den Myeloplaxen jede Beziehung zu Knochen- und Blutbildung ab, während Schmaus (1901) ihnen knochenbildende Eigenschaft (Osteoblasten) zuerkennt und Lungwitz in der neuen Auflage von Ellenberger-Günther (1908) mit dem Namen Osteoklasten = Polykaryocyten sie zum Knochenabbau in Beziehung setzt. Lungwitz (1908) betont ausdrücklich, dass die Osteoklasten = Myeloplaxen in der Nähe vom Knochengewebe lokalisiert seien.

Heidenhain und Helly (1906) kennen noch einen zweiten, einkernigen Typus von Riesenzellen, deren Kerngestalt einer hohlen Kugel gleicht, die im Zentrum Protoplasma birgt, welches mit dem äusseren Zelleib durch eine mehr oder weniger grosse Öffnung in der Kugelwand in Verbindung steht. Zerfallt nun der Leib der Zelle, so schrumpft der hohle Kern und gibt Veranlassung zur Bildung der sog. freien Riesenkerne.

Foà bietet im Jahre 1899 auf Grund seiner Studien an Kaninchen einen besonderen Beitrag zur Kenntnis der sog. Megacaryocyten Howels. Er hält sie fur Organe der Phagocytose, weil sie manchmal vielkernige Leukocyten enthielten. So würde das Knochenmark einer der Hauptsitze für die Zerstörung der Leukocyten, welche, nachdem sie ihre Funktion verrichtet haben, von den Megakaryocyten aufgenommen und verdaut würden.

Er bezweifelt, dass beliebige farblose Zellen des Knochenmarks Riesenzellen bilden können und behauptet, dass zu ihrer Bildung besondere Zellen bestimmt sind; einkernige Zellen mit reichem Protoplasma, grossem blasigem Kern mit starkem Umriss, der in seinem Karyoplasma einige kleinere Karyosomen und ein grösseres, deutliches Zentralkörperchen, den Nukleolus, enthält. Derart seien die eigentlichen Markzellen und es sei nicht schwer, in gewissen Fällen unter den Markzellen welche zu finden, deren Kerne verschiedene Grade von unvollkommener Teilung zeigen, woraus dann die Knospen der künftigen Kernhaufen entstehen.

β) Erythrocytenhaltige Zellen, Pigmentzellen, freies Pigment.

An zelligen Elementen gibt es im Knochenmark noch erythrocytenhaltige Zellen, Pigmentzellen, besonders im Gallertmark, und endlich beobachten wir noch freies Pigment.

Bizzozero (1871) fand die blutkörperchenhaltigen Zellen stets ausserhalb der Gefässe; und Hoffmann und Langerhans sagen, dass sie bei den Farbstoffinjektionsversuchen (mit Zinnober) sich wie die vorgenannten Riesenzellen verhalten hätten, d. h. zinnoberfrei geblieben seien. Grohé (1881) lässt diese Zellart einmal durch Agglutination farbiger Blutkörperchen entstehen; dann seien sie sehr gross und ohne scharfe Kontur. Eine mässige Grösse, scharfe Kontur und runde Gestalt hätten zum andern die durch Invagination entstandenen, vorher lymphoiden Zellen. Endlich sollen durch Kombination von Agglutinations- und Invaginationsvorgängen lymphoide Zellen konfluieren, die schon vorher ein Blutkörperchen aufgenommen haben. Daher hätten besonders die auf die erstgenannte Weise entstandenen Zellen eine gelbe, braune rote bis schwarze Pigmentbildung aufzuweisen. Wie die Riesenzellen seien auch die erythrocytenhaltigen Zellen Resorptionswerkzeuge der regressiven Metamorphose. Grohé, Geelmuyden und Schmaus (1901) erwähnten die blutkörperchenhaltigen Zellen, die ähnlich den eigentlichen Pigmentzellen von der Entartung der Erythrocyten Zeugnis ablegen würden. In jenen geschehe die Umwandlung zu Pigment, welches wieder zum Aufbau der Erythrocyten Verwendung finde. Bezeichnenderweise schweigen Stöhr (1905) und viele andere Forscher, besonders auch Skiba, der seine Untersuchungen unter unseren Haustieren vorzugsweise auf das Pferd gerichtet hat, sowohl über die blutkörperchenhaltigen als über die Pigmentzellen.

Die Pigmentzellen erwähnt Kaufmann (1901) nur kurz: „Die Markzellen enthalten oft auch Pigment"; Schmaus findet sie nur bei Leukämie, ebenso wie die erythrocytenhaltigen Zellen und freies Pigment. Die gelblichen Farbstoffkörnchen deutet Martin (1902) als Trümmer zugrunde gegangener Erythrocyten.

Die topographisch-histologischen Verhältnisse stellen sich beim roten Mark eines einjährigen Fohlens nach Skiba, dessen Schilderungen wir als den neuesten Stand dieser Frage betrachten müssen und deshalb füglich als eine Art Zusammenfassung und Norm an den Schluss der diesbezüglichen Literaturbetrachtung setzen können, etwa folgendermassen dar:

In einer homogenen hyalinen Grundmasse und den hie und da vorhandenen rundlichen, auch gelappten, wechselnd grossen Hohlräumen liegen überall einzelne Bindegewebszellen und zarteste, spärliche Fäserchen, welche

um die überall sehr reichlichen und in den Dimensionen verschiedenen Gefässe sich zu Bündeln verdichten und in die Adventitia der grösseren Gefässe übergehen. Sehr zahlreiche rote und vereinzelte weisse Blutkörperchen finden sich in den Blutgefässen, den erweiterten Kapillaren und in grossen, endothelfreien Bluträumen. In der Grundsubstanz sehen wir regellos die Markzellen eingestreut: in dichten, grossen Haufen, doch nicht den Lymphfollikeln vergleichbar, ferner in unter sich verbundenen Strängen und locker zerstreut. Kernhaltige rote Blutkörperchen sind nicht selten. Sie finden sich in den Bluträumen und in den frei in der Grundsubstanz liegenden Erythrocytengruppen, nicht aber in den bewandeten Bahnen. Unter den etwa in gleicher Anzahl vorhandenen Markzellen überwiegen die granulafreien, die kleinen und grossen Lymphocyten. Leuchtend rote Granulocyten, einzeln und in Haufen bis zu 30 Stück, werden häufig gesehen, manche davon im Zerfall mit Zerstreuung der Körnchen. Dazu kommt mancherorts eine Riesenzelle mit gelapptem oder kranzförmigem Kerngebilde, dessen Komponenten noch zu unterscheiden sind, dessen Protoplasma aber eine einheitliche Masse darstellt. Rostfarbene Schollen von Blutpigment teils in Zellen, teils frei in der Grundsubstanz fand Skiba an vielen Stellen, besonders reichlich bei älteren Tieren.

Schnitte von Oberschenkelfettmark eines zwölfjährigen Pferdes boten ein bienenwabenartiges Maschenwerk mit feinsten Fasergrenzen. Die meist sechseckigen, verschieden weiten, eigentlich feinsthäutigen, bläschenförmigen Abteile legen sich innig aneinander; nur an den ziemlich reichlichen Gefässen lassen sie kleinere Räume zwischen sich. Hie und da liegt eine Bindegewebszelle in dem Netzwerk; sonst haben wir an Zellen nur den Inhalt der Blutgefässe. Läppchenbildung fehlt dem Fettgewebe, welches nur in Gefässnähe eine ordentliche Bindegewebsbildung zeigt. Selten seien kleine Grundsubstanzbezirke mit einzelnen ungranulierten Markzellen. Hier soll dann wohl bei eventuellem Bedürfnis eine Neubildung roten Marks beginnen können. Starkgefüllte Kapillaren sieht man hie und da: die eigentlichen weiten Bluträume des roten Marks fehlen; jedoch treten Erythrocyten in klaffenden Interstitiumspalten frei auf. Dies ist häufig und stark ausgebildet an den Grenzen zwischen Fettmark und rotem Mark.

Gallertmark hat Skiba von einem 18 Jahre alten Pferde beschrieben. Die Hauptmasse werde durch eine gleichmässige, rosarotgefärbte, hyaline Grundsubstanz gebildet, die auch verschieden gestaltete Hohlräume aufweist, in denen grosse, vielgestaltige Bindegewebszellen liegen. Ihr Kern ist oval, hell, mit deutlichem Gerüst versehen, zentral oder auch exzentrisch gelagert, manchmal undeutlich gefärbt, im Zerfall begriffen. Die Zellform ist spindelig, rundlich, vieleckig, oder auch zackig. Feinste Bindegewebsfäserchen verbinden die Zellen zu einem stützenden Netzwerk. In vielen Zellen sind grössere oder kleinere Fettdepots. Blutgefässe sind reichlich: dickwandige und feinste Kapillaren mit Verzweigungen und geschlängeltem Verlauf. Die Endothelkerne sind länglichoval und doppelt so gross als die der Bindegewebszellen. Dazu findet man noch vereinzelt ungranulierte Markzellen, kleine und grosse Myeloblasten und einige Erythrocyten in der Grundsubstanz. Dass auch im Gallertmark Herde wirklichen roten Marks beobachtet werden, wurde schon erwähnt. Diese sind histologisch leicht zu diagnostizieren.

III. Anatomie des Knochenmarks bei Krankheiten.

Hier werde ich mich auf solche Arbeiten beschränken, die das Knochenmark gleichsam nur darauf kontrolliert haben, ob von der tödlich gewordenen Krankheit auch in den Röhrenknochen Spuren, Begleiterscheinungen, ob womöglich prinzipielle Reaktionen wahrzunehmen sind. Ausschliessen will ich also hier die eigentlichen Knochenmarkerkrankungen, die Krankheiten des Blutes und der Lymphe.

Meine erste, dem Alter angemessen dürftige Literaturangabe stammt aus dem Jahre 1827 und zwar aus tierärztlichen Kreisen. Anker spricht von „ungewöhnlich blutig gefärbter, zelliger Substanz" und vom Vorhandensein einer „eiweisshaltigen, von Blutstreifen durchzogenen, gelblichen Masse an Stelle des Knochenmarks" in der Markhöhle.

Die Studien Ponficks (1869) und Hoffmanns und Langerhans' (1869) „über die Schicksale körniger Farbstoffe im Organismus" halfen mit bei der Diagnostik, welche in der Folge von Bizzozero (1871), Ponfick (1872), Cohnheim (1876), Zucker (1877), Blechmann (1878), Grawitz (1879), Grohé (1881), Zschokke (1883), Foà (1884), Geelmuyden (1886), Sticker (1887), Dieckerhoff (1887), Orth (1887) und vielen anderen geübt wurde. Die Lehrbücher bieten schon recht bemerkenswerte Fortschritte: Dieckerhoff (1887), Kaufmann (1901), Schmaus (1901), Kitt (1905), Ziegler (1906) und Hutyra und Marek (1908). Schlegels (1907) Arbeit scheint aber davon nicht erleuchtet zu sein (s. später).

Ehe wir uns weiter über die pathologisch-anatomische Literatur des Knochenmarks aussprechen, möchte ich einiges Wenige über das Verhalten der Milz[1]) einfügen, welche nicht nur anatomisch, sondern auch bei Schilderung von Krankheitsbildern mit dem Knochenmark in Vergleich gezogen wird. Trotzdem v. Recklinghausen schon vor Neumann und Bizzozero auf experimentellem Wege zu der Einsicht gelangt war, dass Knochenmark und Milz gewisse zellige Elemente und deren Anordnung im Strukturbild miteinander gemein hätten, so ginge man nach Ponfick (1869 und 1872) doch zu weit, wollte man durchweg enge Beziehungen zwischen Milz und Knochenmark erwarten. Abgesehen davon, dass bei Erkrankung der Blutbestandteile, wie bei bösartiger Blutarmut und bei Leukämien, natürlich die funktionellen Störungen ähnliche Krankheitsbilder erzeugen müssen, wurde je und je auch für die vielen anderen Krankheitsgruppen z. B. die Infektionskrankheiten seuchenhafter und sporadischer Art ein Parallelismus im Verhalten beider Organe aufzustellen versucht (Orth 1887 u. a. m.). Sticker (1887) sagt, dass eine hyperämische Milzschwellung und Hyperämie des Knochenmarks, ferner hämorrhag. Infarkte in der Milz und solche im Mark nebeneinander hergehen müssten; einer akuten parenchymatösen Milzschwellung entspräche die Metaplasie von Fettmark (bezw. Gallertmark) in echtes Mark, so, dass die Bildung und das Vorhandensein lymphoiden Marks in den Oberschenkeln (Orth 1887) gleichsam das Äquivalent für die Hyperplasie der Milz darstelle.

Die Milzschwellungen sind ja als Begleiterscheinung der Infektions- und vieler anderer Krankheiten so häufig, dass man schon eine Regel daraus aufzustellen versucht hat. In Ansehen der Funktion der Milz als Friedhof der roten und als eine der Geburts-

[1]) Auf die anatomischen Vergleichspunkte zwischen Milz und Knochenmark deutete ich schon hin. Hier will ich noch anführen, dass die Zinnoberinjektionsversuche die Aufmerksamkeit auf die Milz ganz besonders hinlenkten.

stätten der weissen Blutkörperchen ist eine Volumzunahme und vermehrter Blutgehalt bei der abnorm gesteigerten Oxydation (Fieber) natürlich, ebenso wie die vermehrte Inanspruchnahme der Geburtsstätte für farblose und Hbhaltige Blutbestandteile des Knochenmarks. Daraus folgern auch Schur und Löwy (1900), dass diejenigen akuten und chronischen Krankheiten, welche eine grössere Milzschwellung erzeugen, gleichzeitig auch das zellreichste Mark aufweisen müssen. Und diesen Zellreichtum erlange das Knochenmark durch Hyperplasie der verschieden grossen, aber stets sich erhaltenden Reste roten, arbeitsfähigen Markes, welches dann das sonstige Fett oder auch Gallertmark verdrängt und ersetzt (Metaplasie). So lehren auch Orth (1887), Schmaus (1901), Kaufmann (1901) und Kitt (1905). Die symptomatische Miterkrankung der Milz kann verschiedene anatomische Formen zeitigen: Diffuse Vergrösserungen, gleichmässige Pulpaveränderungen, oder herdweise, meist beulig-knotige Erkrankungen, i. d. R. mit der allgemeinen Schwellung vergesellschaftet. In die zweite Rubrik rechnet man z. B. die venösen Infarkte, welche Ponfick (1874) beim Typhus recurrens des Menschen in der Milz fand und denen er entsprechende Herderkrankungen im Knochenmark, besonders der Epiphysen, vergleichend an die Seite stellt. Ponfick (1872), Litten und Orth (1877) und Blechmann (1878) kamen durch ihr sehr reichliches Sektionsmaterial bei fibrinöser Pneumonie, septischen Erkrankungen und Typhen des Menschen zu ähnlichen Schlüssen und Vergleichen aus Milz- und Markveränderungen. In der Tierheilkunde sprach sich (ausser Sticker) Dieckerhoff (1887) beim Pferd bezüglich der Osteoporose dahin aus, dass hämorrh. Infarkte in der Milz neben blutig infiltriertem, proximalem Epiphysenmark des Femur einhergehen; während er bei Hämoglobinämie „trotz konstanter Veränderung des Marks, besonders vom Oberschenkel", die „Milz oft nicht geschwollen" fand. Zucker (1877) sah auch einen Fall von „Hb"ämie beim Pferd „ohne Milzschwellung" und „mit blutig infiltrierter Marksubstanz". Wäre es bei genauer Betrachtung der gerade über Hämoglobinämie des Pferdes vorhandenen Literatur möglich, festzustellen, ob vielleicht nicht allein die Milzschwellung gewöhnlich fehlt, sondern auch die nach Dieckerhoff und Schlegel (1907)[1]) stets vorhandenen blutigen Infiltrationen und hämorrhag. Infarkte in den Oberschenkelknochen auf einer Verkennung der normalen Vorkommnisse in dem Mark dieses Knochens beruhen?

Damit wäre ein Zweifel ausgesprochen, der fordert, Veränderungen des Knochenmarkes, besonders im Oberschenkelbein, nicht ohne vorherige scharfe Kritik und Abschätzung der physiologisch möglichen Erscheinungen zu diagnostizieren. Die Ausführungen, welche über die Markverhältnisse der grössten Röhrenknochen voraufgingen, legen schon den Gedanken nahe, dass wirkliche Veränderungen im Knochenmark erst nach genauer Kenntnis von Alter, Ernährungszustand und Lebensbedingungen und dann auf histologischer Grundlage entschieden werden können, da die individuellen Unterschiede der Markbilder ohne krankhafte Störung grosse Spielräume zulassen.

Hiernach werden uns die Anschauungen Neumanns (1869), Orths (1877), Blechmanns (1878) u. a. verständlicher, welche der Konstitution und dem Verlauf der Krankheit einen viel grösseren Einfluss auf Farbe und Beschaffenheit des Markes zuweisen als dem Alter des Individuums. „Bei chronischen Krankheiten, welche zu allgemeinem Marasmus führen", sagt Neumann (1869), „findet eine Umwandlung des Fettmarks der Röhren-

[1]) Schlegel erwähnt in seinen Befunden Milzschwellungen von mehr oder weniger bedeutendem Grad, von hyperämischer und hyperplastischer Beschaffenheit.

knochen in lymphoides Mark statt." Und die Ausbreitung dieser regenerativen Tätigkeit des Marks bei Krankheiten erfolgt, wie Birch-Hirschfeld (1894—95) hervorhebt, in zentrifugaler Richtung, während einst die Umwandlung des lymphoiden Marks in gelbes Fettmark von den Extremitätenspitzen aus ihren Anfang genommen habe. Die Reaktion, die Mitbeteiligung des Knochenmarks bei Krankheiten bestünde also für gewöhnlich in pathologisch gesteigerter Funktion, ist somit nur dem Grad nach (nicht prinzipiell) von normal-physiologischen Erscheinungen zu unterscheiden. Geelmuyden (1886) betont auch, dass „der lymphoide Zustand im allgemeinen als eine physiologische und kaum als pathologische Veränderung des Marks angesehen werden kann."

Wie Bizzozero (1871), Ponfick (1872 und 1874), Arnstein (1874), Litten und Orth (1877), Blechmann (1878), Grawitz (1879), Grohé (1881 und 1884), Geelmuyden (1886), Schur und Löwy (1900), Senator (1904) und Wolownik (1905) beim Menschen das Verhalten des Knochenmarks in Krankheiten bei einem sehr verschiedenartigen und reichhaltigen Material (zusammen über 1000 Fälle!) untersucht haben, so sammelten in der Veterinärmedizin Anker (1877), Zucker (1877), Zschokke (1883), Sticker (1887), Dieckerhoff (1887 und 1888), Kitt (1905), Schlegel (1907), Remer (1908) und Dammann (zit. nach Skiba) ihre diesbezüglichen Erfahrungen beim Pferd, ohne zwar das humanmedizinische Material an Zahl der Fälle und Vielseitigkeit und Gründlichkeit der Untersuchungen auch nur annähernd zu erreichen. Lag doch, wie aus Skibas (1908) Arbeit ersichtlich ist, noch keine solide normal-anatomische Grundlage für ihre Schlüsse vor!

Geelmuyden (1886) gibt charakteristische Veränderungen besonders bei solchen Krankheiten zu, die mit Anämie und starker Abnahme der Erythrocyten einhergehen und zwar nur im lymphoiden, im blutbereitenden, tätigen Mark, nicht im Fett- und Gallertmark, solche mikroskopischer Art: „die lymphoide Veränderung des Marks der Röhrenknochen muss aller Wahrscheinlichkeit nach als eine sekundäre, kompensatorische Abänderung angesehen werden, die erst durch die bereits vorhandene Anämie ins Leben gerufen wird und letztere kann dann wohl nur aus einer gesteigerten Zerstörung roter Blutkörperchen erklärt werden." Infolgedessen hält Geelmuyden die Knochenmarksbefunde selbst bei perniciöser Anämie nicht für spezifisch. Vielmehr schwände das Fett der Röhrenknochen auch bei anderen Krankheiten, um einem blutbildenden Gewebe, dem lymphoiden Mark, Platz zu machen! Das Gallertmark komme nur unter pathologischen Umständen vor und dieses Gallertmark könne natürlich bei oben erwähnten Blutbedürfnissen von funktionell wichtigem Mark verdrängt werden. Welche Bedeutung den Erfahrungen und Abstraktionen dieses Forschers zukommt, erhellt die Tatsache, dass seine 224 Fälle die verschiedensten Todesursachen und Krankheiten umfassen. Leider erwähnt Geelmuyden nichts Näheres über seine Technik; er sagt allerdings, dass er an die Röhrenknochen sich hauptsächlich gehalten habe, wie schon Ponfick (1872), der unter anderem bei Endocarditis verrucosa in chronischen Fällen zahlreiche kleine Blutungen, in akuten und sabakuten oft dunkelrote Färbung und beträchtliche Schwellung des Marks, ferner lymphoide Veränderung des Fettmarks und Hyperämie und Gefässerweiterung hervorhebt. Ähnliches fand er bei Typhus; er bemerkte dabei noch diffusse Verfettungen kleiner Arterien und Kapillaren. Im

Jahre 1874 kommt Ponfick zum erstenmal ausdrücklich auf die Humeri, Femora und Tibiae zu sprechen: er notiert gelbweisse Herdchen in den Diaphysen der Oberschenkelknochen und Epiphysen der Schienbeine, lebhaft gerötetes Fettmark mit lymphoider Beimischung und blendend weisse (fettig entartete) Gefässwände auf schwefelgelbem Untergrunde.

Litten und Orth (1877) geben eine Begründung dafür, warum sie gerade die Rohrenknochen und insbesondere die Oberschenkelbeine zur Untersuchung gewählt hätten: „weil wir an ihnen die prägnantesten Bilder erwarten durften". In den spongiösen Knochen wie Brustbein, Rippen, Wirbeln erhalte sich lymphoides Mark während des ganzen Lebens; jedoch sei jedes pathologische Vorhandensein von lymphoider Marksubstanz in höherem Alter (d. h. im Fett- und Gallertmarkstadium) an den Röhrenknochen leicht zu konstatieren. Litten und Orth beginnen mit Hinweisen auf die Lokalisation der roten Markherde in den oberen Diaphysenenden und auf den dominierenden Einfluss von Konstitution und Krankheitsdauer bezüglich der Farbe und Beschaffenheit des Marks, im Vergleich zu dem mehr nebensächlichen Alter des Individuums.

Blechmann (1878) sah Atrophie des Fettmarks zu Gallertmark[1]) und Umwandlung in lymphoides Mark besonders bei denjenigen Krankheiten, welche zu Auszehrung und Marasmus geführt hatten, weniger bei solchen chronischen Leiden, die unter nur geringgradigen Ernährungsstörungen einhergingen.

Grawitz (1879), welcher auch am Mark von Femur, Humerus und Tibia und zwar bei Fällen von bösartiger Blutarmut des Menschen, seine Beobachtungen gemacht hat, äussert sich dahin, dass „schon nach kurzem Bestehen konsumierender, mit grossen Säfteverlusten einhergehender Krankheiten eine Entzündung des Knochenmarks beginne, welche zu einer solchen Hyperplasie der einkernigen Markzellen sich steigert, dass das ganze fetthaltige Markgewebe durch rotes, lymphoides Mark ersetzt wird. Diese Erscheinung will Grawitz als einfache lymphoide Umwandlung aufgefasst wissen.

Nach Orth (1887) findet sich, je länger die Krankheit dauert, desto mehr lymphoides Mark vor: zum andern bedeutet für ihn die Gallertmarkbildung ein Äquivalent der Atrophie des gesamten Fettgewebs im Körper (Ernährungsstörung).

Bei erschöpfenden Krankheiten machte Grohé (1881) seine sehr zahlreichen Funde von lymphoidem bezw. zellenreichem[2]) Mark. 1884 betont er, dass die Lokalisation des lymphoiden Marks in der Gefässanordnung liege, da z. B. die Vasa nutrientia femoris in dessen proximalem Teil abgehen.

Bei Ziegler (1906) findet das Knochenmark schon eine kritische Besprechung. Das Gallertmark, als Fettschwund in den Fettzellen mit Ersatz durch Flüssigkeit, sei eine Alterserscheinung oder eine Folge von Nieren-

[1]) Neumann stellte schon vor dem Jahre 1878 experimentell an verhungernden Tieren fest, dass durch Nahrungsentziehung allein nie die Bildung von lymphoidem Mark, vielmehr stets nur gallertige Atrophie herbeizuführen ist, dass also erstere nur durch abnorme Verluste bezw. Mangel an Blutbestandteilen hervorgerufen werden kann.

[2]) Grohé verwirft die Bezeichnung rotes Mark und wählt statt „lymphoid" das Wort „Zellenreich-polycytogen", weil in jenem auch epitheloide Zellen vorkämen, andererseits das „zellenreiche" Mark nicht rot sein müsse.

leiden, Schwindsucht, Verhungern oder Marasmus. Das Auftreten von „splenoidem“ (rotem) Mark bei chronischen Leiden und im Verlauf von Infektionskrankheiten beruhe teils auf Blutreichtum, teils auf Zunahme der farblosen Markzellen oder auch auf Zerstörung von viel Blut und auf Blutungen, wobei ein dunkelrotes, himbeergeleeartiges Mark entstehe. Blutungen sah Ziegler häufig. Auch durch Bakterien direkt bedingte Markschäden kämen vor. Wahre Hyperplasie des Knochenmarks als „pathologische Vermehrung der freien Knochenmarkzellen“ sei oft mit Hyperplasie der anderen blutbildenden Organe verbunden, auch bei Wucherung auf infektiöser Grundlage.

Nach Anker (1827) und Zucker (1877), deren Feststellungen schon Berücksichtigung fanden, trat in der Tierheilkunde zuerst Zschokke (1883) mit seiner Kasuistick von neun Fällen progressiver perniziöser Anämie hervor. Er fand im hellgelben Mark fleckige, vielfach konfluierende Blutröten verschiedener Intensität, in der Diaphyse des Femur und in der Epiphyse der Tibia. Er achtete auf die normale Konsistenz des geronnenen Marks und gab eine mikroskopische Grundlage. Sticker (1887) führte auf Grund seiner Studien an neun infektiös erkrankten Pferden die Befunde an dem Mark der grösseren Röhrenknochen (Femur, Tibia, Humerus, Radius) weiter aus und verwertete sie z. T. auch nach der normal-anatomischen Seite hin, wofür die vielen Zitate im „anatomischen“ Teil zeugen. In der Unterbrechung der geschlossenen Gefässbahn sieht Sticker eine genügende Erklärung für die Prädisposition des Marks zu Hyperämien, Hämorrhagien, Meta- und Hyperplasien. Sticker findet den „Ort der roten Zone histogenetisch dort, wo die Verschmelzung von Diaphyse mit Epiphyse statt hat. Die Rötung gehört also sowohl der äussersten Epiphysengrenze als auch der Diaphyse an“. Weiterhin spricht Sticker von der Prädisposition zu Veränderungen infolge des Verlaufs der Art. nutritia und gibt dafür das proximale Ende des Femur und das distale Ende des Humerus und der Tibia an. Einleuchtend (und von den Forschern der Humanmedizin schon frühe erkannt) ist, dass die eigenartigen Unterbrechungen der Gefässbahnen eine grosse Neigung zu aktiven und passiven Hyperämien und zu Hämorrhagien haben; ebenso, dass Hyperplasie von lymphoidem und Metaplasie im Fettmark, meist von den Epiphysen nach dem Mittelstück sich ausbreiten und je nach Art und Dauer der veranlassenden Ursache (Krankheit) an Grösse gewinnen und schliesslich zu einer lymphoiden Umwandlung des ganzen (gelben) Markzylinders führen können. Nach Sticker kennzeichnet sich eine venöse Hyperämie durch die dunkle, schwarzrote Farbe und die derbe Beschaffenheit des Marks, während die arterielle Hyperämie heftige Rötung und starkes Hervorquellen, eine mehr weiche Konsistenz bedingt und oft mit dunkelfleckigen, derben, schwarzroten Blutungen einhergeht.

Dieckerhoff macht im Jahre 1887 und 1888 besonders bei der Hämoglobinämie der Pferde auf die entzündliche Schwellung und blutige Färbung des spongiösen Epiphysen- und des Diaphysenmarks im Femur aufmerksam; in der Markhöhle fand er nur kleine Herde, lässt aber die Möglichkeit stärkerer Affektion des Höhlenmarks offen. Auch in der Tibia will er ähnliche Veränderungen in Spongiosa und Höhle gesehen haben, während der Oberarmknochen ihm nur in der Epiphysenspongiosa haselnuss- bis wallnussgrosse blutige Herde bot. Er deutet diese Erscheinungen als „multiple blutige Infiltration“ (und schmerzhafte Reizung) des Knochenmarks. Während Kitt (1905) und Remer (1908) eine tief schwarzrote, durch Hämatolysis

und Imbibition verursachte Knochenmarkveränderung bei „Hb“ämie trotz reichlicher Praxis aus eigener Erfahrung an frischen Kadavern nicht kennen und auch Dammann (zit nach Skiba) eine Missdeutung der Erscheinungen in dieser Hinsicht für wahrscheinlichst erachtet, so halten dennoch Hutyra und Marek (1908) und ganz besonders Schlegel (1907) an der Anschauung fest, dass bei „Hb“ämie konstant weitgehende und tiefgreifende, diffuse und umschriebene hämorrhagische Infiltrationen und Erweichungen im Spongiosamark der Epi- und Diaphysen und im Höhlenmark, dazu noch lakunäre, serösschleimige Degenerationen besonders im Oberschenkelknochen, dann auch in der Tibia, im Radius, Metacarpus und Metatarsus, weniger im Humerus, vorkommen. Es würde zu weit führen, hier eingehend über die Differenzen zwischen Schlegels Befunden und Kitts, Remers und meinen Erfahrungen sich auszusprechen. Nach meiner Meinung muss einer solchen Disputation die Lösung der Fragen vorausgehen: Ist es überhaupt berechtigt, wie Schlegel tut, die infektiöse Rückenmarkentzündung und die Hämoglobinämie zu identifizieren? Könnte es nicht vielmehr so sein, dass bei jener Knochenmarkveränderungen die Regel bilden, dass aber die Hämoglobinämie, als Krankheit sui generis, eben keine oder höchstens allgemeine Erscheinungen im Mark der Röhrenknochen bietet?

Kitt (1905) berührt auch die durch funktionelle Hyperämie bei Bedarf eintretende Hyperplasie bezw. Metaplasie roten Marks im Fettmark. Das „normale“ Gallertmark, ein seröses Fettmark, hält Kitt für eine Alterserscheinung; das Fett schwindet, das Mark wird hydropisch und gewinnt sulziges, bernsteingelbes Aussehen. „Pathologisch“ komme diese Umwandlung in jugendlichem Alter bei Kachexie und Inanition vor.

IV. Histologie des Knochenmarks bei Krankheiten.

Im allgemeinen ist nach den vorstehenden Ausführungen, welche von einer räumlichen Ausdehnung der funktionellen Markgebiete als Reaktion auf die durch Krankheiten u. a. m. gesetzten Reize sprachen, zu erwarten, dass die pathologisch-histologische Forschung mehr quantitative als qualitative Unterschiede gegenüber den normalen Verhältnissen aufdeckt. Doch wird der pathologisch beschleunigte Ablauf von Bildung und Zerfall der Blutelemente auch qualitative mikroskopische Besonderheiten zeitigen können, weniger zwar solche, die den einzelnen Krankheiten eigen (spezifisch) wären, als solche, deren Auftreten an unter sich ähnliche Krankheitsgruppen gebunden sein mag. Es sei wieder an die Milz erinnert: Bei beiden Geburts- und Grabstätten zelliger Blutelemente ruft die Krankheit ähnliche quantitative und qualitative Funktionssteigerungen hervor; bei beiden werden also ähnliche Zelltypen auftreten, die hinwiederum auf die krankhaft veränderte Inanspruchnahme ihrer Tätigkeit wenigstens allgemeine Rückschlüsse erlauben.

Zur pathologisch-histologischen Untersuchung genügten i. d. R. Deckglasausstrich-Trockenpräparate, mit Hitze und Alkohol fixiert. Hatten sie doch höchstens den Zweck, das Vorhandensein und das gegenseitige Verhältnis der granulierten und ungranulierten Leukocyten und der Megalo- und Normoblasten zu erforschen und zu sehen, ob und wie viel Riesenzellen sich fänden, ferner Pigment und pigmenthaltige bezw. blutkörperchenhaltige Zellen zu suchen (Schur und Löwy 1900).

Damit ist eigentlich schon das Programm gegeben, welches in der Hauptsache allen pathologisch-histologischen[1]) Markforschungen zugrunde lag.

Bezüglich des Lymphoidmarkes weist Bizzozero[2]) (1871) zunächst nur darauf hin, dass er Erythroblasten in allen Lebensaltern und besonders bei solchen Leuten gefunden habe, die an chronischen, zehrenden Leiden gestorben sind, dass er Pigmentzellen (d. h. Markzellen mit Pigmentkörncheninhalt) besonders bei Greisen, dann im Gallertmark sah, dass endlich die blutkörperchenhaltigen Zellen stets ausserhalb der Gefässe und im Knochenmark und in der Milz von demselben Typus seien. Ponfick (1872) meint, dass diese letzteren Zellen die Vorstufen der Pigmentzellen seien. Auch er fand beide Zellarten bei Marasmus. Ausser den Markelementen, unter denen sehr viele Erythrocyten extravasculär lagen, erwähnt er bei Endocarditis verrucosa, Morbus maculosus und bei Typhus abdominalis im spongiösen Mark und in der Milz erythrocytenhaltige Zellen und in Röhrenknochenmarkinfarkten diffuse Verfettung der Wände kleiner Arterien (Adventitia und Media) und Kapillaren. Das Knochenmark sei lebhafter gerötet und zeige dementsprechend beträchtliche Gefässfüllung. P.'s Befunde gelten auch für Fälle von Febris recurrens, Pneumonie, Pleuritis, Peritonitis, Meningitis, Pyämien usw.! Bei genesenden Typhuskranken träten massenhafte Pigmentkörnchenzellen in Mark und Milz auf. In den grossen blutkörperchenhaltigen Zellen der Milz und des Knochenmarks dürfte man wohl die stets bereiten Resorptionswerkzeuge erblicken, welche unbrauchbar gewordene Elemente des Blutes an sich ziehen und wegschaffen, während gleichzeitig aus anderen Abschnitten desselben Parenchyms stets neue Zellenkräfte zugeführt werden. Jene arbeiten also bei den regressiven Blutveränderungen wie die schon charakterisierten und durch Hoffmanns und Langerhans' (1869) Zinnoberinjektionsversuche als reaktionsgleich (nämlich zinnoberfrei befundenen Riesenzellen).

Dieser Ansicht ist auch Grohé (1881), dessen materialreiche Arbeit auch die Frage der Entstehung der blutkörperchenhaltigen Zellen behandelt. Die sehr grossen Zellen ohne scharfe Kontur sollen sich durch reine Agglutination farbiger Blutkörperchen bilden, die mässig grossen, scharfkonturierten, rund gestalteten durch Invagination in vorher lymphoide Zellen. Endlich sollen in Kombination von Agglutinations- und Invaginationsvorgängen lymphoide Zellen konfluieren, die schon vorher ein Blutkörperchen aufgenommen haben. Daher hätten besonders die auf erstgenannte Weise entstandenen Zellen eine gelbe, braune, rote bis schwarze Pigmentbildung aufzuweisen. Liegt es da noch fern, als weitere Altersstufe dieser die Pigmentzelle anzunehmen? Blutkörperchenhaltige Zelle und Pigmentzelle legen nach Grohé, Geelmuyden und Schmaus Zeugnis ab von der Entartung der Erythro-

[1]) Die Besprechung des von manchen als rein pathologisches Produkt angesehenen Gallertmarks geschah schon im normal-histologischen Teil. Die markzelligen pathologischen Einzelheiten sind eben in diesem Substrat wie im Fettmark einzuordnen.

[2]) Ich erwähne diese eingehenderen Daten über Markbefund und Krankheitsgruppen, weil jener eben nur durch die histologische Kontrolle prinzipiellen Wert gewinnt; denn aus dem bis jetzt (besonders auch im ersten Kapitel) Gesagten erhellt, dass die roten Bezirke in Fett- oder Gallertmark ihre Farbennüancen verschiedenen Ursachen (Blutgehalt, Fettgehalt, Markzellen, Blutungen, Hyperämie) verdanken, deren Erkennung unbedingt notwendig und nur durch das Mikroskop möglich ist.

cyten. Es geschehe in jenen die Umwandlung zu Pigment, welches wieder zum Aufbau der Erythrocyten Verwendung finde. Die Pigmentzellen erwähnt Kaufmann (1901) nur kurz: „Die Markzellen enthalten oft auch Pigment". Arnstein (1874) bemerkt über ihre Bildung folgendes: „Während eines Fieberanfalles geht innerhalb der Blutbahn eine gewisse Anzahl von roten Blutkörperchen durch Zerfall zugrunde; das sich hierbei bildende, körnige Pigment wird sehr rasch von den weissen Blutkörperchen aufgenommen". Schmaus findet sie nur bei Leukämie, wie die erythrocytenhaltigen Zellen und freies Pigment, welch letzteres nach Martin (1902) in gelblichen Farbstoffkörnchen als Trümmer zugrunde gegangener Erythrocyten anzutreffen ist. Litten und Orth und Grohé haben auch von den Erythroblasten, den Markzellen und den Charcôt-Neumannschen Kristallen Notiz genommen. Neumann, Litten und Orth und Blechmann halten dafür, dass je zellenreicher das Mark, desto mehr kernhaltige rote Körperchen dürfe man erwarten. Durch experimentelle Anämie seien sie in Unmenge zu erzielen. Blechmann verarbeitete sein Material von chronischen Krankheiten besonders auf Erythroblasten; natürlich fanden auch die atrophischen Zustände (Gallertmark) und die Anhäufung lymphoider Markzellen zwischen den Gefässen Beachtung. Grohé fand, dass unter dem Einfluss erschöpfender Krankheiten das Fettmark zu lymphoidem, „zellenreichem" Mark wird und unterscheidet hauptsächlich drei Grade der Umwandlung: beim ersten Grad sind die Fettzellen um ein geringes kleiner geworden; die dadurch entstandenen Zwischenräume sind schmal und durch lymphoide und epitheloide Zellen ausgefüllt; im mittleren Grade vergrössern sich die Zwischenräume, indem die Fettzellen schon wesentlich kleiner werden, um endlich, als höchsten Grad der Ausbildung, sehr kleine, ovale oder rundliche, meist gelb gefärbte Gebilde darzustellen; oder die Reduktion führt gar zum völligen Schwund. An Markelementen fand er neben farblosen Markzellen der verschiedenen Arten Erythroblasten und Erythrocyten, ferner als besonders bemerkenswert die Riesenzellen und blutkörperchenhaltigen Zellen und die Pigmentzellen, endlich die Charcôt-Neumannschen Tyrosinkristalle, welche in ihrer Bildung vom Verlauf der Krankheit abhängen und bei anfangs beschränktem Luftzutritt, bei feuchter Atmosphäre und Fäulnis auftreten. Gleichzeitig bestunden entsprechende Rück- und Neubildungsprozesse in der Milz. Bei seinen im ganzen 431 Fällen von Lungenphthise, Krebs, Knochenleiden, Marasmus, Herz-, Nieren-, Leberkrankheiten, Lungenentzündungen, Typhus, Starrkrampf, Syphilis und Puerperalkrankheiten war es ihm darum zu tun, festzustellen, wie oft die Bildung lymphoiden Marks in Femur und Humerus (Sternum und Rippen) gefunden werde, im Unterschied zu hyperämischem Fettmark, welches durch intensive Röte, kompakte Beschaffenheit, zahlreiche Erythrocyten und nur vereinzelte Markzellen charakterisiert sei. Es fiel ihm auf, dass bei den kurzdauernden Pneumonien selten lymphoides Mark gefunden wurde, dass ferner bei den die Blutbildungsstätten im besonderen wenig irritierenden Herzleiden und bei Marasmus senilis ebenfalls nur vereinzelt lymphoides Mark anzutreffen war; während er z. B. bei sämtlichen Fällen von puerperalen Krankheiten und bei den meisten Typhusleichen lymphoides Mark sah.

Nach Geelmuyden (1886) tritt bei der Umbildung vom Fett- in Lymphoidmark das Fett an Masse wesentlich zurück; statt Fettzellen haben wir ein Netz von sternförmigen anastomosierenden Bindegewebszellen, dessen

Inhalt eine innige Mischung von Markzellen und roten Blutkörperchen bedeutet. Auch ihm fielen die grossen blutkörperchenhaltigen und Pigmentzellen als Zeichen eines Regenerationsvorgangs neben einem Degenerationsprozess auf. Ferner verzeichnet auch Geelmuyden in der statistischen Verwertung seiner 224 Krankheitsfälle bei Typhus, Pyämie, Entzündungen seröser Häute, Anämie nach Blutungen, chronischer Tuberkulose und (am häufigsten) bei perniziösen Anämien die Bildung lymphoiden Marks. Geelmuyden interessierte bei seinem Material das Vorhandensein von Fett-, lymphoidem und Gallertmark, ferner die Funde an Erythroblasten und Pigmentzellen. Er sah gelatinöses Mark nur unter pathologischen Umständen: bei Carcinom, bei subakuter und chronischer Tuberkulose, bei Amyloiddegenerationen und bei Krankheiten mit mangelhafter Assimilation (Gastritis, Striktur der Oesophagus und bei organischen Herzfehlern).

Schur und Löwy (1900) (s. auch oben) betonen, dass ausser bei Leukämie und perniziösen Anämien der Blutbefund keine wesentlichen Dienste für die Diagnose des Marks leiste, dass dagegen die Beachtung der Grundkrankheiten und ihrer Komplikationen, ferner Blutungen und Erscheinungen von Sepsis mehr Anhaltspunkte geben.

Wolownik (1905) untersuchte (stets aus derselben Rippe) 60 Fälle auf „Hb“haltige und „Hb“-freie Zellen und zwar besonders auf Riesenzellen bezw. kernhaltige rote Blutkörperchen und ihre oft bläschenförmigen und knospenden Kerne; desgleichen tat er in der Milzpulpa. Die Tuberkulosefälle boten besonders viele eosinophile Zellen, Erythroblasten und Riesenzellen, ebenso die Krebs- und Sarkomfälle. Die Lungenentzündungen zeitigten das stark vermehrte Auftreten von Lymphocyten und eosinophilen Zellen; nur mässig vermehrt fand er die Zahl der Normoblasten und Erythroblasten; ähnlich bei den Nephritikern, wo allein auch einige Megaloblasten zu sehen waren, neben sehr vielen eosinophilen Zellen; während die an Sepsis und Pyämie Gestorbenen eine Verminderung der Eosinophilen und Erythroblasten im Mark erkennen liessen. Die Herz- und Leberleidenden zeigten wenig mehr als myelo- bezw. lymphocytisches Mark mit Normoblasten und zahlreichen Eosinophilen.

Soweit die einschlägigen Einzelarbeiten aus der Humanmedizin. Orth (1887) fasst in seinem Lehrbuch als besondere Markveränderungen bei Krankheiten zusammen: die abnorm grosse Menge blutkörperchen- und später pigmenthaltiger Zellen z. B. bei Typhus; die fettige Degeneration, Verfettung kleiner Arterien und Kapillaren (wie sie Ponfick beschreibt); das Auftreten grösserer und kleinerer nekrotischer Erweichungsherde bei Rekurrensfieber.

Ähnlich äussert sich auch Weichselbaum (1892), der dazu noch als regressive Veränderungen die Bildung von Gallertmark erwähnt und als deren Vorstufen venöse Hyperämie, Hämorrhagien, Pigmenteinlagerungen und Vermehrung der Markzellen auf Kosten des Fettes bezeichnet. Bei regenerativen, hyperplastischen Prozessen (Oligämie, Leukämie, Kachexien und spätern Stadien von Infektionskrankheiten) komme es unter Schwund der Fettzellen durch Zunahme der Markzellen zur Bildung lymphoider Markherde, welche vorwiegend aus farblosen, verschieden grossen Rundzellen mit deutlich bläschenförmigem oder auch unscharf begrenztem, homogenem Kern, ferner aus kernhaltigen und kernlosen roten Blutkörperchen und pigmenthaltigen Zellen bestehen; häufig sehe man endlich noch die Charcötschen Kristalle.

Zu den angeführten Forschungsergebnissen wissen die Lehrbücher von Kaufmann (1901) und Schmaus (1901) nichts Neues beizutragen. Ziegler (1906) gibt insofern neue Gesichtspunkte, als er die abnormen Mengenverhältnisse (Vermehrung und Verminderung) der sonst normalen Bestandteile des Marks zum Einteilungsprinzip macht und einerseits Hypo- oder Aplasie, andererseits Hyperplasie unterscheidet. Anführen möchte ich noch seine „Siderosis“, worunter er eine Pigmentvermehrung versteht, hervorgerufen durch Zerstörung von viel Blut (z. B. durch Fieber) oder durch Blutungen. Blutungen kämen im Mark überhaupt oft vor: infolge von Traumen, Infektionen, toxischen Schädigungen und Anämien. Endlich erwähnt er die Bakterien, welche mit ihrem Übertritt ins Blut auch im Knochenmark nachzuweisen sind: Staphylo-, Strepto-, Pneumokokken, Typhus-, Tuberkel- und Milzbrandbazillen. Ihre Wirkungen bestehen in Zellnekrosen, Blutextravasaten, Fibrinabscheidungen, Lymphocytenansammlungen und solchen von polynukleären Leukocyten; auch Vermehrung von Riesenzellen komme dabei vor.

Wie wenig Selbständiges in der Tierheilkunde auf dem Gebiet der pathologischen Histologie des Marks in Ansehen seines Verhaltens bei Krankheiten geleistet worden ist, erhellt wohl am besten daraus, dass in neuester Zeit noch von autoritativer Seite an der Richtigkeit der histologischen Diagnose von „Knochenmarkveränderungen bei „Hb“ämie des Pferdes“ gezweifelt wurde. Dies gibt uns Gewissheit, dass das bis jetzt Vorhandene noch nicht zur Lehre geworden ist, vielmehr manche tüchtige Forscherarbeit vergessen wurde.

Zschokke (1883) hat in seiner Abhandlung über die progressive perniziöse Anämie der Pferde als erster auch die mikroskopischen Grundlagen seiner Knochenmarkbefunde angegeben. Er fand, dass an den „roten Stellen“ die Fettzellen kleiner geworden und dazwischen Rundzellen der verschiedensten Art eingelagert sind: kleine mit dünnen Protoplasmastreifen, grosse ein- und zweikernige, endlich Erythrocyten, jedoch nie in Geldrollenform.

Eine gründliche Kenntnis des Vorhandenen zeichnet Stickers (1887) Arbeit aus. Ihm sind die Unterschiede zwischen Hyperämie, Meta- und Hyperplasie und ihre Beziehungen zu verschiedenen Krankheitszuständen geläufig; er weiss ihre Ursachen, soweit sie im Jahre 1887 in der Literatur bekannt waren. So erwähnt er z. B. die Dieckerhoffsche „Hypernutrition des Marks“. Wenn Sticker aber ausser auf das fast parallele Verhalten der Milz noch auf die Mitbeteiligung der Nachbargelenke (bezw. deren Synovialmembran) bei Knochenmarkserkrankungen hinweist, indem doch durch die Gefässverhältnisse ein inniger Zusammenhang zwischen beiden bestünde, so möchte ich diese an sich ja sehr plausible Behauptung doch erst an einer grösseren Reihe von Fällen geprüft wissen. Dieckerhoff (1887 und 1888) spricht von herdweiser, blutiger Infiltration und Hyperämie des Knochenmarks von Femur und Tibia und hämorrhagischer Infarzierung der Milz bei Futtervergiftung und bei „Hb“ämie der Pferde. In dem einzigen Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haustiere von Kitt (1905) finden wir endlich eine kurze Zusammenfassung des Bekannten: Die durch funktionelle Hyperämie bedingte meta- bezw. hyperplastische Umwandlung[1]) des

[1]) Metaplasie bedeutet eine Neubildung, Hyperplasie nur eine Vergrösserung vorhandener Bezirke lymphoiden oder roten Marks im Fett- bezw. Gallertmark.

Fettmarks in lymphoides Mark unterscheidet er von der Hyperämie. Das hyperämische Fettmark zeigt viele Fettzellen, nicht in Träubchen gelagert, sondern in feinkörnig-streifige Massen gebettet; aber stark blutdurchsetzt. Dazu kommen Kapillarblutungen und Infarzierungen. Das Mark ist deshalb oft schwarzrot. Im Gegensatz hiezu sieht man in dem durch Umwandlung aus Fettmark entstandenen lymphoiden Mark zahlreiche Gefässe in bindegewebiger Grund- und Gerüstsubstanz, ferner viele grosse farblose Zellen, vielkernige Riesenzellen, Erythroblasten, Hämatoblasten, fragmentierte und segmentierte Leukocyten; endlich sollen marklose und markhaltige Nervenfasern zu finden sein. Wenn nun Kitt betreffs der Knochenmarkbefunde bei „Hb"ämie der Pferde vorerst nur neben Stickers und Schlegels positive Resultate (im Sinne der pathologischen Affektion!) ohne Entscheid seine eigenen, an frischen Kadavern gewonnenen, negativen einfach hinstellt, so entnehmen wir daraus, dass in der Tierheilkunde noch erst sehr geringe Anfänge zu Spezialuntersuchungen gemacht worden sind.

Schlegel (1907) sah im Vordergrund der Erscheinung hochgradige Hyperämie und zahlreiche Blutextravasate im Verlauf der Gefässe und grössere lakunäre Blutungen, ferner diffuse blutige Infiltrationen in das Gewebe. Netze und Züge von Fibrin fand er im Bindegewebsnetz, ferner Blutpigment, starke Vermehrung der farblosen und gefärbten Zellen des Knochenmarks und produktive fibroblastische Wucherung der Knochenmarkzellen, weiterhin Infiltration von zahlreichen Fibroblasten, durch welche das Gewebe verbreitert wird; es dringe der Wucherungsprozess in die Hohlräume der zur Aufsaugung gelangten Fettzellen vor. Ferner stellen sich Neubildung zahlreicher Gefässe und Einsprossung zarter fibrillärer Bindegewebszüge ein: hämorrhagisch-fibrinöse bis fibroblastische Osteomyelitis. Es scheint Schlegel den wechselvollen Charakter der bewandeten und wandungslosen Blutbahnen im Knochenmark zu leugnen und lässt die näheren Angaben über die Verarbeitung, die Entnahme, den Ort und Fall des Materials durchweg vermissen. Aber auch ohnedies müssen sich einige Fragen aufdrängen: Waren nirgends Riesenzellen zu sehen? Wie stand es mit dem Erythroblasten? Wie verhielt es sich mit blutkörperchenhaltigen und Pigmentzellen, freiem Pigment usw. usw.? Von all dem las ich nichts. Und diese Knochenmarkuntersuchungen bei Krankheiten sollen seit Sticker (1887) die einzigen Spezialarbeiten in der Tierheilkunde auf diesem Gebiet darstellen.

Wie vieler Arbeit bedarf es noch, bis man endlich einmal die Eigentümlichkeiten des Knochenmarkbefundes bei den einzelnen Krankheiten kennt, bis das Vorkommen von Riesenzellen, blutkörperchenhaltigen Zellen, Pigmentzellen, fettiger Degeneration von Gefässwänden u. a. m. nach Art und Ursache klargelegt ist und die histogenetischen Beziehungen zwischen normalen und pathologischen Knochenmarkelementen erforscht sind!

Literatur.

1. Anker, M. Beschreibung der Füllenkrankheit oder Füllenlähme. Bern 1827.
2. Arnold, Beobachtungen über Kerne und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarks. Virch. Arch. Bd. 93. 1883.
3. — Zur Morphologie und Biologie der Zellen des Knochenmarks. Virch. Arch. Bd. 140. H. 3. 1895.
4. Arnstein, Bemerkungen über Melanämie und Melanose. Virch. Arch. Bd. 61. 1874. S. 494—508.
5. Askanazy, Beiträge zur Knochenpathologie. Festschrift f. Jaffé 1901. (zit. nach Skiba).
6. Bidder, Neue Experimente über die Bedingungen des krankhaften Längenwachstums von Röhrenknochen. Archiv f. klin. Chirurgie. XVIII. Bd. S. 603 ff. 1875.
7. — Experimentelle Beiträge und anatomische Untersuchungen zur Lehre von der Regeneration des Knochengewebes. Zentralbl. f. d. med. Wiss. 1878. S. 455 ff.
8. Birch-Hirschfeld, Pathologische Anatomie. IV. Auflage. II. Bd. 1894—95. S. 222—227.
9. Bizzozero, Referat in Virch. Arch. Bd. 52. 1871.
10. — Über die Bildung der roten Blutkörperchen. Virch. Arch. Bd. 95. 1884.
11. — und Torre, Über die Entstehung der roten Blutkörperchen bei den verschiedenen Wirbeltierklassen. Virch. Arch. Bd. 95. 1884.
12. Blechmann, Zur Pathologie des Knochenmarks. Arch. d. Heilkde. XIX. 1878. S. 495.
13. Butterfield, Über die ungranulierten Vorstufen der Myelocyten und ihre Bildung in Milz, Leber und Lymphdrüsen. Dtsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 92. 1908.
14. Carré und Vallée, Klinische Untersuchungen über die perniziöse Anämie des Pferdes. Dtsch. T. Wo. 1907. H. 22. Referat.
15. Cohnheim, Knochenmark bei perniziöser Anämie. Virch. Arch. Bd. 68. 1876.
16. — Knochenmark bei perniziöser Anämie. Berlin. klin. Wochenschr. 1877. S. 79.
17. Dieckerhoff, Die allgemeinen Krankheiten des Knochensystems bei Pferden. Wochenschr. f. Tierhlkde. 1887. Nr. 1 u. 2.
18. — Lehrbuch der spez. Pathol. und Therapie. 1888. Seite 449. Bd. 1.
19. Ehrlich und Lazarus, Die Anämie. Nothnagelsche Sammlung. 1898.
20. Ellenberger und Baum, Handbuch der vergleich. Anatomie der Haustiere 1910.
21. — und Günther, Grundriss der vergleich. Histol. der Haussäugetiere. 1908. II. Auflage.
22. Engel, Perniziöse Anämie mit gelbem Knochenmark. Zeitschr. f. klin. Medizin. Bd. 40. 1901.
23. Foà, Beitrag zum Stud. d. Knochenmarks. Beiträge v. Ziegler. Bd. 25. 1899.
24. Freytag, Die Bedeutung des gelben Knochenmarks f. d. Blutbildung und die „Kerneinheit" der Erythrocyten. Zeitschr. f. allg. Physiolog. Bd. 8., H. 1. 1908. S. 131.
25. Fröhner und Kärnbach, Ein Beitrag zur primären infektiösen Osteomyelitis beim Pferd. Monatsh. f. prakt. Tierheilkde. Bd. 14. 1903. S. 433.

26. Garbe, A., Versuch der Darstellung eines Schemas von dem Aufbau des Knochenmarks auf Grund vergleichend histologischer Studien. Inaug.-Diss. Bern 1910.
27. Geelmuyden, Das Verhalten des Knochenmarks in Krankheiten. Virch. Arch. Bd. 105. 1886.
28. Grawitz, Maligne Osteomyelitis und sarkomatöse Erkrankung des Knochensystems als Befunde bei Fällen von perniziöser Anämie. Virch. Arch. Bd. 76. 1879. S. 353—364.
29. — Klinische Pathologie des Blutes. Berlin 1902.
30. Grohé, Über das Verhalten des Knochenmarks bei verschiedenen Krankheitszuständen. Berlin. Klin. Wochenschr. 1881 und 1884.
31. Gruber, G. B. Über die Beziehungen von Milz und Knochenmark zu einander, ein Beitrag zur Bedeutung der Milz bei Leukämie. Arch. f. experiment. Pathologie und Pharmakologie. Bd. 58. 1908.
32. Haubner, Über einige dyskrasische Knochenkrankheiten. Magazin f. d. gesamt. Tierheilkde. von Gurlt und Hertwig. 1854. S. 197—242.
33. Heidenhain, zit. nach Skiba.
34. Heller, Bernhard, Zur Bedeutung der Pigmentzellen. Freytag. Blutstudien II. 1909.
35. Helly, Die hämatopoetischen Organe in ihren Beziehungen zur Pathologie des Blutes. Wien 1906.
36. Heilborn, Knochenmark bei Quecksilbervergiftung. Arch. f. experiment. Pathol. und Pharm. Bd. VIII. 1878.
37. Helferich, H., Zur Lehre vom Knochenwachstum. Versuche über Hemmung des Längenwachstums durch Exstirpation der Intermediärknorpel. Zentralbl. f. d. mediz. Wiss. 1878. S. 101 ff.
38. Hoffmann und Langerhans, Über den Verbleib des in die Zirkulation eingeführten Zinnobers. Virch. Arch. Bd. 48. S. 303—325. 1869.
39. Hoyer, Zur Histologie des Knochenmarks. Zentralbl. f. d. med. Wissenschaften. Bd. 7. H. 16 und 17. 1869.
40. Hutyra und Marek, Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere 1909. I. Bd. S. 810 und 842.
41. Kaufmann, Lehrbuch der pathologischen Anatomie. II. Aufl. 1901. S. 145 und 574.
42. Kitt, Pathologische Anatomie der Haustiere. III. Aufl. 1905. Bd. 1. S. 378, 393 und 394.
43. Kölliker, Gewebelehre. 1889 und 1902.
44. Leube und Fleischer, Ein Beitrag zur Lehre von der Leukämie. Virch. Arch. Bd. 83. 1881. S. 124.
45. Litten, Perniziöse Anämie. Berlin. klin. Wochenschr. 1877.
46. — und Orth, Verhalten des Knochenmarks bei verschiedenen Krankheiten. Berlin. klin. Wochenschr. 1877. Nr. 19, 20 und 51.
47. Lungwitz, Ellenbergers Handbuch der vergleich. mikroskop. Anatomie der Haustiere. 1906. Bd. 1.
48. Maas, Über das Wachstum und die Regeneration der Röhrenknochen. Zentralbl. f. d. mediz. Wiss. 1877. S. 759 ff.
49. Martin, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1902. Bd. 1. S. 156 u. Bd. 2.
50. Maximow, Die embryonale Entwicklung der Blut- und Bindegewebszellen bei den Säugetieren (Kaninchen und Katze). Nach Ellenberger-Schütz. 28. Jahrgang. S. 292 ff.

51. Mosler, Zur Ätiologie der Leukämie. Virch. Arch. Bd. 56. 1872. S. 25 und Bd. 57. S. 532.
52. Nägeli, Über rotes Mark und Myeloblasten. Deutsch. Medizin. Wochenschr. 1900. H. 48.
53. — Blutkrankheiten und Blutdiagnostik. 1. und 2. Hälfte. 1907 und 1908. S. 76. 128 und 142 ff.
54. Neumann, E., Über das Verhalten des Knochenmarks bei progressiver perniziöser Anämie. Berlin. klin. Wochenschr. 1877. S. 685.
55. — Erwiderung auf Bizzozeros Aufsatz „Geschichtliches über das Knochenmark." Archiv der Heilkunde 1878.
56. — Das Gesetz der Verbreitung des gelben und roten Marks in den Extremitätenknochen. Zentralbl. f. d. medizin. Wiss. 1882.
57. Orth, Pathologische Anatomie. Bd. 1. 1887. S. 119—124.
58. Ostertag, Bibliographie der Fleischbeschau. 1905. S. 130.
59. — Fleischbeschau. Neueste Auflage. 1908.
60. — Untersuchungen über das Auftreten und die Bekämpfung der infektiösen Anämie des Pferdes. Zeitschr. f. Infekt. und Paras. Bd. 3. H. 1 und 2. 1907.
61. Pappenheim, Vergleichende Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung des roten Marks einiger Säugetiere. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. usw. Bd. 157. 1899.
62. — Von den gegenseitigen Beziehungen der farblosen Blutzellen zueinander. Virch. Arch. 159. und 160. Bd., 1900.
63. Ponfick, Experimentelle Studien über die Schicksale körniger Farbstoffe im Organismus. Virch. Arch. Bd. 48. 1869. S. 7 und 17.
64. — Über die sympathischen Erkrankungen des Knochenmarks bei inneren Krankheiten. Virch. Arch. Bd. 56. 1872. S. 534 und 550.
65. — Über Typhus recurrens. Virch. Arch. Bd. 60. 1874.
66. — Weitere Beiträge zu der Lehre von der Leukämie. Virch. Arch. Bd. 67. 1876. S. 367.
67. Pütz, Über Knochenkrankheiten unserer Haustiere mit Bezug auf einige Fälle von Osteoporose. 1874 und 1875. Zeitschr. f. prakt. Vet.-Wissensch. II. Jahrg. H. 8 und 11. S. 233 und 329. III. Jahrg. H. 1, 2. 3, 4, 5.
68. Remer, Mündliche Mitteilung über Obduktionen von „Hb"ämie- und Osteomyelitisfällen. 1908.
69. Ranviers, Traité technique de l'histologie. 1875.
70. Rindfleisch, Knochenmark und Blutbildung. Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. 17. 1880.
71. Rousseau, Die Eigenschaften des Knochenmarks der Schlachttiere. Revue pratique des abattoirs. Dez. 1910.
72. Rychner, Krankheit der Kopfknochen an einem Pferde, Schweizer Arch. f. Tierheilkde. Bd. 11. Zürich. 1857. S. 122.
73. Schlegel, Infektiöse Rückenmarksentzündung des Pferdes. Zeitschr. f. Infekt. Krkht. 1907. Bd. 2. H. 6.
74. Schmaus, Grundriss der pathologischen Anatomie. VI. Auflage 1901.
75. Schmorl, Die patholog.-histolog. Untersuchungsmethoden. III. Auflage 1905. S. 168.
76. Schur und Löwy, Knochenmark und Krankheiten. Zeitschr. f. klin. Medizin. Bd. 40. 1900.
77. Senator, Lymphadenoide und aplastische Veränderung des Knochenmarks. Zeitschr. f. klin. Medizin. Bd. 54. 1904.

78. Skiba. Beitrag zur Kenntnis des Knochenmarks. D. T. W. H. 3. 1909.
79. — Untersuchungen über die Entwicklung, Anatomie und Histologie des Knochenmarks bei unseren Haustieren. Inaug.-Diss. 1908.
80. Sticker, Knochenmarksveränderungen bei Allgemeinkrankheiten. Arch. f. wissensch. Tierheilkd. XIII. S. 318. 1887.
81. Stöhr, Lehrbuch der Histologie. XI. Auflage. 1905. S. 140, 148, 149.
82. Sussdorf, M., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere etc. 1. Bd. S. 38. 1895.
83. Ussow, Über Alters- und Wachstumsveränderungen am Knochengerüst der Haussäuger. Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. 27 und 28. Bd. 1901 und 1902.
84. Vogt, P., Die traumatische Epiphysenabtrennung und deren Einfluss auf das Längenwachstum der Röhrenknochen. Zentralbl. f. d. med. Wiss. 1878.
85. Volkmann, Rich., Notiz betreffend das interstitielle Knochenwachstum. Ebenda: 1870. S. 129 ff.
86. Waldeyer, Diffuse Hyperplasie des Knochenmarks; Leukämie. Virch. Arch. Bd. 52. 1871. S. 305.
87. Wegner, Über das normale und pathologische Wachstum der Röhrenknochen. Virch. Arch. Bd. 61. 1874. S. 44—76.
88. Weichselbaum, Grundriss der pathologischen Histologie. 1892. S. 392—417.
89. Weidenreich, F., Über die Entstehung der weissen Blutkörperchen im postfetalen Leben. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft. Genf, 1905. S. 71 ff.
90. Wolf, Dr., Zur Knochenwachstumsfrage. Virch. Arch. Bd. 61. 1874. Seite 417—456.
91. — Über die Bedeutung der Architektur der spongiösen Substanz für die Frage vom Knochenwachstum. Zentralbl. f. d. med. Wiss. 1869. S. 849 ff.
92. — Über die innere Architektur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage vom Knochenwachstum. Virch. Arch. 50. Bd. S. 389 ff. 1870.
93. Wolownik, Verhalten des Knochenmarks bei verschiedenen Krankheiten. Zeitschr. f. klin. Medizin. 1905. Bd. 56.
94. Ziegler, Pathologische Anatomie. Bd. 2. 1906. 11. Auflage. S. 109—121.
95. Zietzschmann, O., Über die acidophilen Leukocyten (Körnerzellen) des Pferdes. Habilitationsschrift. Dresden 1904 und Internat. Monatsschrift f. Anatomie und Physiologie. 20. Bd. S. 1. 1905.
96. — „Das Blut.“ In Ellenb.-Schennerts Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere 1910.
97. — „Die spezielle Bewegungslehre“. Ebendort.
98. Zschokke, Über perniziöse Anämie. Schweiz. Arch. f. Tierheilkd. Bd. 25. 1883. S. 11 und 17.
99. — Weitere Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und Mechanik des Vertebratenskeletts. Preisschrift 1891.
100. Zucker, Fall von Hämoglobinämie. Repertor. f. Tierheilkde. 1877. S. 35.

B. Eigene Untersuchungen.

Gewinnung, Zubereitung, Verarbeitung des Materials.

Die Literaturbetrachtungen über normale und abnorme Erscheinungen des Knochenmarks galten nicht ausschliesslich den grossen Röhrenknochen. Es fanden sich nur erst Anfänge zu grundlegenden Untersuchungen solcher Verhältnisse beim Pferd. Es wird deshalb verständlich sein, dass ich mein Material, gewonnen am Sektionstisch, auch für die normale Anatomie zu verwerten suchte.

Zu der weitestgehenden Zerlegung und Obduktion der Organe von Bauch- und Beckenhöhle, Brustfellsäcken, Schädelhöhle, Maul-, Nasen- und ihren Nebenhöhlen kam noch jedesmal mindestens die sagittale Zersägung der grossen Röhrenknochen (Humerus, Radius und Femur, Tibia) hinzu. Wenn erforderlich und zur vergleichsweisen Prüfung legten wir auch Frontalschnitte an und Schnitte durch die übrigen Knochen: Schulterblatt, Wirbel usw. In der Regel beschränkten wir uns auf die Besichtigung je einer (meist der linken) Extremität; bei lokalen Prozessen (chirurgischen Leiden) wurden aber zum Vergleich die Knochen beider Körperhälften und dazu noch die Mittelhand- bezw. Mittelfussknochen und Phalangen untersucht. Nach der Zersägung fand eine vorsichtige Reinigung der Flächen vom feuchten Knochenmehl unter fliessendem Wasser statt, hierauf die Skizzierung der Flächenbilder.

Mein Bildermaterial verarbeitete ich zu schematischen Zeichnungen, welche (Textfigg. 3 bis 6) die Lieblingssitze und die Ausdehnung von Blutröten im Mark des Femur und Humerus auf der sagittalen Schnittfläche zeigen. Nächst der Verteilung der roten Markbezirke interessierten mich die Markbeschaffenheit, die Sichtbarkeit der Epiphysenfugen und die Grösse der Markhöhlen (bezw. die Verteilung der spongiösen Substanz) — vgl. Textfigg. 1 und 2. — Nach Aufnahme der Flächenbilder erfolgte regelmässig eine Durchsuchung der zum Teil nur mühsam schneidbaren spongiösen Marksubstanz, um die Ausdehnung der roten Teile in die Tiefe, d. h. im Raum, und den Blutgehalt des Marks zu erkunden. Dabei wurde das Material zur histologischen Untersuchung entnommen.

Die folgenden Protokolle enthalten meine Fälle in chronologischer Reihenfolge, mit Angabe nur des Notwendigsten, und stellen kurze Auszüge aus meinen Obduktionsberichten dar.

Protokolle.

Abkürzungen. B. = Belgier, Dia. = Diaphyse, dist. = distal, Ep. = Epiphyse, Ep.-f. = Epiphysenfuge, Fe. = Femur, F. M. = Fettmark, G. M. = Gallertmark, Ha. = Halbblut, Hi.-Gl. = Hintergliedmasse, Hu. = Humerus, j. = jährig, l. = links, L. R. = leichtes Reitpferd, L. W. = leichtes Wagenpferd, M.-C. = Metacarpus, M.-H. = Markhöhle. Mi. L. = mittelschwerer Landschlag, Mi. W. = mittelschweres Wagen- bezw. Trabpferd, Mi. Z. = mittelschweres Zug- bezw. Arbeits- bezw. Schrittpferd, M.-T. = Metatarsus, Ph. = Phalangen, prox. = proximal, r. = rechts, Ra. = Radius, Schw. = schweres Arbeitspferd, Schw. L. = schwerer Landschlag, Spo. = Spongiosa, St. = Stute, Ti. = Tibia, V.-Gl. = Vordergliedmasse, Vo. = Vollblut, Wa. = Wallach, Wi. = Wirbel.

I. Schw. A., 5-j. Wa. — Tetanus. Trübung der Parenchyme (= Tr. d. P.) Pneumonia fibrinosa, Oedeme, Milzschwellung. F. M., hyperämisch; Hu.: prox. $^2/_3$ blutrot, umschriebene Röte im Höhlenmark. Fe.: prox. $^1/_3$ in der Spongiosa blutrot. Ti. u. Ra.: hyperämisch; M.-T. u. M.-C. u. Ph.: reines Fettmark. Wi.: am Übergang vom Körper zum Bogen dunkelbraunrot.

II. Mi.-Z., 8-j. Wa. — Tetanus. Pneumonia fibrinosa, Tr. d. P., Oe. F. M., hyperämisch; Hu.: prox. $^2/_3$ Dia. blutrot. Fe.: prox. $^2/_3$ dto. Scapula, Wi. u. Beckenknochen durchweg blutrote Spo.

III. Schw. A., $4^1/_2$-j. Wa. — Beckenbruch. Infizierte Wunde. Nephritis hämorrh., Blutungen, Oe., Tr. d. P. F. M., hyperämisch; Fe.: prox. $^2/_3$ blutig rot. Ti., Tarsus u. M.-T.: wenige diffusfleckige Rötungen. Hu. u. Ra. fehlen.

IV. Schw. L., 9-j. St. — Abmagerung. Blutungen, Hämatopericard, blutige Milzschwellung, Tr. d. P., Stauung in Darm und Leber, Oligämie, Sulziges Fettpolster, Oe., Endocarditis valv. chronica indurat. verrucosa, Nephritis chronica. G. M., rötl. gelb, Hu., Fe., Ti., und Ra.: umschriebene 5 M. grosse Blutröten. Sternebrae Pelvis, Scapula: gleichmässig blutrot. In den Wi. umschriebene Blutröten bei allgemeiner Hyperämie. Kopfknochen enthalten auch Gallertmark.

V. Schw. L. 4-j. Wa. — Beiderseitige Lungenbrustfellentzündung. Milzschwellung, Tr. d. P., Oe., Endocard. valv. F. M., hyperämisch; Hu.: Rötung längs der Ep.-F., gelbes F. M., peripher blulrote Flecken. Fe.: prox. $^2/_3$ von Spongiosa und M.-H. tiefrot. Ra.: in der Dia. umschriebene Rötung. Ti., M.-T., M.-C. und Ph.: kleine, blutrote Flecken (Gefässdurchschnitte); Wi., Becken, Schulterblatt, Brustbein i. d. Spo. blutrot, zentral am stärksten.

VI. L. W., 15-j. St. — Volvulus. Ileïtis hämorrh., Milzschwellung, Tr. d. P., Oe. F. M., Hu.: prox. Drittel d. Dia. und 1 M. gross. Fleck, blutrot. Fe.: prox. $^2/_3$ blutfarben. Wi. und Plattenknochen: blutigrote Spo.

VII. Mi. La., 12-j. Wa. — Magenruptur. Peritonitis acuta. Blutungen im Gekröse. Milzschwellung. Tr. d. P. Nephritis. Endocartitis. F. M. hellgrau-rosa-gelblich; Hu.: i. mittl. Drittel d. Dia. zeigefingerlange Blutröte. Fe.: prox. $^1/_4$ blutrot, im 2. Viertel dreieckiger blutiger Fleck.

VIII. Schw. Z., 9-j. Wa. — Brandwunde. Dummkoller. Eitrig-jauchiger Kopfhöhlenkartarrh. Ependymitis serosa. Chorioiditis. Oe., Tr. d. P., Milzschwellung. F. M., hyperämisch; Hu.: i. d. Spo. umschriebene Blutröte; Fe.: prox. und mittl. Drittel d. Dia. blutrot.

IX. Mi. W., 6-j. St. — Getötet. Lungenemphysem. Blutungen unter der Milzkapsel. Milzschwellung. Niereninfarkte. F. M., Hu.: prox. $^1/_3$ d. Dia. Spo. Blutröte. Fe.: prox. 2 Drittel blutrot und zwei Flecken im Markraum.

X. Schw. A., 6-j. Wa. — Morbus maculosus. Blutungen überall. Cutisödem, Tr. d. P., Milzschwellung, Nephritis hämorrh., Oe. F. M., ohne Hyperämie; Hu.: i. prox. 2 Drittel d. Spo. 1 M. gross. Fleck blutrot. Fe.: dto. i. d. Dia., auch Markraum

XI. Schw. Z., 5-j. Wa. — Hämoglobinämie. Tr. d. P. Milzschwellung, Hyperämie von Nieren, Oe, Decubitus, Oedema bullosum plexus chorioidei lat. F. M., hyperämisch; Hu.: prox. u. dist. Spo. grossfleckig blutrot. . Fe.: faulig-stinkendes, löcheriges, braunrotes Mark. Ra.: hellrotes Fettmark; Ti.: dto. Hals-Wi.: i. d. Spo. blutrot, zentr. am stärksten.

XII. Mi. W., 12-j. Wa. — Tetanus. Wunde im r. Vorderhuf. Tr. d. P., Blutungen, Milzschwellung, Oe., Nephritis chron., Endocardit. chron. F. M.: von leicht sulzig-glasiger Beschaffenheit, hyperämisch. Hu.: längs der Ep.-f. fleckig rot. Fe.: i. prox. Spo. fleckig rotes Mark; i. d. Markhöhle grosse, blutige Partie. Hals-, Rücken-, Lendenwi. und Kreuzbein: blutrote, peripher hellere Spongiosa.

1. Mi. Z., 16-j. Wa. — Rechtsdrehg. des Grimmdarms. Subseröse Blutungen, hyperäm. Milzschwellung, Tr. d. P., Oe., Magen- und Zwerchfellsriss. F. M.: z. T. sulzig-glasig, orangefarben, hyperämisch. Hu.: prox. 1/3 und randläufig blutrot. Fe.: prox. 2/3 blutrot: i. d. Markhöhle Fettmark. Ra. und Ti.: saftiges, orangefarbenes Mark.

2. Mi. A., 8-j. St. — Achsendrehung des Grimmdarms. Subseröse Blutungen. hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P., Oe. F. M., Hu.: i. d. Spo. umschriebene Blutröte. Fe.: Epi. ohne Blutröte: i. prox. 1/3 d. Spo. solche in Streifenform. Ra.: i. oberen und mittleren 1/3 einige Blutflecken. Ti.: dto.

3. Mi. A., 8-j. St. — Subakute Gehirnentzündung. Hyperämie und Oedem des Gehirns. Chorioiditis und Ependymitis. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Subseröse Blutungen, Cutisödem. F. M.: i. d. Spo. hyperäm. Hu.: i. mittl. Drittel randläufige Blutröten. Fe.: prox. 2/3 blutrot. Ra. u. Ti.: leicht hyper.

4. Mi. L., 8-j. St. — Sepsis. Putrescentia feti. Metritis ichorosa. F. M.; Hu.: kranio-prox. direkt an der Ep.-f. anschliessend und am kaud. Rand je Blutröte d. Spo., dazu 2 isolierte, erbsengrosse i. d. M.-H. nächst der Spo. Fe.: prox. 2/3 d. Dia. blutrot, so dass i. d. M.-H. nur schmaler gelber F. M.-Saum übrig. Ra. u. Ti.: leicht hyper. F. M.

5. Schw. A., 8-j. Wa. — Rechtsdrehg. d. Colon ascend. Blutungen unter den serös. Häuten und d. Milzkapsel. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellg. Oe. Gehirnhyperämie. F. M., hyperämisch; Hu.: viel Blutröte i. d. Dia.: kranioproximal fast die ganze Breite der Spongiosa füllend; kaudal entlang in dist. 4/5 d. Dia., gegen d. dist. Ende zu weit ins Höhleninnere vorspringend, kranial schmal. Fe.: prox. 2/3 d. Dia. blutigrot, im Höhlenmark nur wenig gelbes F. M. frei lassend. Ra. u. Ti.: F. M. leicht hyperäm.

6. Mi. Z., 5-j. Wa. — Hämoglobinämie. Blutungen unter den serös. Häuten Tr. d. P. Hyperämie d. Nieren, Milz, d. Gehirns. Oe. F. M., Hu.: i. prox. 1/3 blutrot. Fe.: prox. 2/3 d. Dia. u. 1 Fleck i. Höhlenmark blutrot. Ra. bezw. Ti.: geringe Hyperämie. Wi.: hyperämisches F. M.

7. Bayrisches Riedpferd, 15-j. Wa. — Cystitis infolge Harnröhrensteinen. Nephritis parench. et interstit. Urolithiasis. Dilatatio ureterum et urethrae. Infizierte Wunde. Urocystitis diphth. u. hämorrh. Blutung unter der Milzkapsel. Tr. d. P. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellg. Oe. Colitis hämorrh. F. M., Hu.: an proximokranial. Dia.-ende 1 M. grosse Blutröte. Fe.: prox. 2/3 d. Dia. blutrot. Ra.: mittlerer Blutgehalt d. F. M. Ti.: dto.

8. Mi. Z., 17-j. Wa. — Tetanus. Gastritis diphth. et parench. Hyperäm. Milzschwellung, subseröse Blutungen, Gehirnoedem, Hyperämie. Tr. d. P. Pneumon.

gangrän. et fibrinosa Pleuritis sero-fibrin. Oe. F. M., hyperäm. Hu.: reines gelbrötl. F. M. Fe.: saftiges, weissgelbes F. M. (leicht gallertig); i. prox. $^2/_3$ d. Dia. mehrere fleckige Blutröten. Ra.: reines F. M. Ti.: dto.

9. Schw. A., 7-j. Wa. — Infiziertes Trauma.: Gangrän und Oedem der Unterhaut. Pneumonia apostematosa. Pleuritis serofibrin. Blutungen unter der Pleura u. d. Kehldeckelschleimhaut. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M., Hu.: i. d. Dia. kranial 2 (1 M. grosse), kaudal 1 Pfennig grosse Blutröte. Fe.: 2 grosse, fleckige, blutrote Diaphysenpartien in Spo. u. Markhöhle. Ra.: leicht hyperämisches Fettmark. Ti.: dto.

10. Mi. W., $3^1/_2$ bis 4-j. St. — Fractura assularis Epistropheos. Contusio medullae cervicalis. Blutungen unter die Pia., zwischen Dura und Periost, in die Muskulatur. Pralle Füllung der Venen. Oe. F. M., leicht hyp.; Hu.: prox. Ep.-f. erhalten; i. prox. $^1/_3$ d. Dia. umschriebene Blutröte (5 M. gr.) am kranialen Rande. Fe.: prox. $^2/_3$ d. Dia. dunkelrot, fleckig. Ra. u. Ti.: blassrötl. gelbes F. M. mit vielen Gefässdurchschnitten.

11. Mi. W., 12-j. Wa. — Volvulus des Dünndarms mit Folgen. Subseröse Blutungen. Tr. d. P. Hyperämische Milzschwellung. Oe. F. M., Hu.: Distales Drittel d. Dia. mit kleinfingerlanger, glänzend schwarzroter Partie. Fe.: prox. $^2/_3$ mit verschiedenartigen Blutröten (flächenhaft und rundlich, ziegel- und schwarzrot). Ra. u. Ti.: reines F. M.

12. Schw. A., 8-j. St. — Achsendrehung des Grimmdarms. Colitis et Duodenitis hämorrh. Konkremente im Colon asc. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M., Hu.: prox. $^1/_3$ d. Dia. randläufig kran. i. d. Spo. blutigrot Fe.: prox. $^1/_3$ hellrot mit gelbweissen Flecken. Ra. u. Ti.: reines F. M.

13. Mi. A., 7-j. St. — Rechtsdrehung der Beckenflexur. Colitis hämorrhagica Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Thrombus in der Art. colica media. F. M., Hu.: prox.-kran. etwa $^1/_2$ d. Spo.-breite rot; i. dist. $^1/_3$ d. Dia. ca. erbsengr., blutroter Bezirk i. d. Spo. Fe.: prox. $^1/_3$ d. Dia. nicht i. d. gz. Breite d. Spo. blutrot. Röte nirgends über d. spongiöse Substanz hinausreichend. Ra. u. Ti.: blassrötl. F. M.

14. Schw. A., 8-j. Wa. — Chronische Auszehrung nach Operation e. tuberkulösen Samenstrangfistel. Herzstich. Milz: mit grossen Knotenbildungen (tub.) Leber: amyloid entartet. Hydropericard. Hydrothorax. Degeneratio myocardii. Bronchiolitis et Pneumonia catarrh. chron. F. M., Hu.: nur $^1/_2$ handtellergrosse, schwarzrote Partie i. d. Spo. Fe.: prox.-kran. $^1/_3$ d. Dia. schwarzrot, dto. hinterer Rand streifig i. mittl. $^1/_3$ d. Spo. Ra. u. Ti.: reines F. M.

15. Mi. W., 23-j. Wa. — Schädelbruch. Blutungen i. d. Muskeln, zw. Pia u. Dura, unter d. Ependym, Endocard, Epicard, in Herzbeutel, Luftsack, Stirnhöhle, Milzkapsel. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M., hyperäm.; Hu.: nahe d. kranial. Rand i. d. Spo. $^1/_2$ handtellergrosse Blutröte. Fe.: prox. $^2/_3$ d. Dia. handtellergross blutrot. Ra. u. Ti.: hyper. F. M.

16. Mi. Z., 18-j. Wa. — Lungenbrand. Pneumonia gangränosa. Pleuritis sero-fibrin. Pericarditis serosa. Blutungen i. d. Nasenschlht., unter d. Pleura, Endocard und Milzkapsel. Hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. G. M., in Fe. u. Hu. fettig getrübt. Hu.: i. d. prox. Ep. blutige Fleckchen; schmalstreifige kaud. Randpartie i. d. Dia. Fe.: i. Epi. u. prox. $^1/_3$ d. Dia. intensiv blutig; bes. d. kran. Rand entlg.: als fingerbreiter, blutroter Herd ins Höhlenmark vorspringend: dist. Ep. mit blutroten Flecken i. d. Spo. Ra.: klares G. M. Ti.: mit kleinfleck. Blutröten i. d. prox. Epi. M.-C. u. M. T.: wie Ra.

17. Schw. A., 14-j. St. — Starke Füllung der magenähnlichen Erweiterung des Col. asc. mit Darmruptur. Blutungen unter Serosen und Milzkapsel, hyperäm.

Milzschwellung. Tr. d. P. Proctitis acuta. Oe. F. M., hyperäm.; Hu.: i. d. Epi.-Spo. 3 grossfleckige, im Höhlenmark eine helle, blutrote Partie. Fe.: i. d. Epi. u. d. distalen Dia. $^1/_3$ schwache Hyperämie; im prox. und mittl. $^1/_3$ d. Dia. meist Blutröte. Ra. u. Ti.: hyp. F. M.

18. Männl. Fohlen, Landrasse, 2 Tage alt. — Dysgenesia coli. Hyperplast. Milzschwellung. Jugendliches Mark, durchweg blutig rot. Weissgraue, 2—3 mm breite Epiphysenfugen der Röhrenknochen.

19. Mi. Z., 18-j Wa. — Starke Abmagerung. Thrombose u. Aneurysmen d. Aorta abdominalis u. ihrer Abzweigungen. Arteriosclerose der Eingeweide- und Peritonealgefässe. Hypertroph. Stauungsleber. Hyperplast.-hyperäm. Milzschwellung. Herzmuskelhypertrophie, mit Folgen. G. M., sulzig, hyperäm.; Hu.: In dem gallertigen Grundmark, welches bes. i. d. M.-H. weissadrige Gefässverzweigungen zeigt, nur wenig Blutröte, auf die Spo. beschränkt. Fe.: prox. $^2/_3$ d. Dia. zeigen ausgedehnte rote Bezirke i. G. M. Ra. u. Ti.: gleichmässig hyp., ohne umschriebene Blutröte.

20. L. R. und W., $4^1/_4$-j. Wa. — Lungenbrustfellentzündung. Pneumon. fibrin. necrotic. Pleuritis serofibrin. et purulent. Glottisödem. Tr. d. P. Milzschwellung. Enteritis crupp. Gastritis parenchym. acuta. Oe. F. M., leicht hyperäm.; Hu.: deutliche prox. Epi.-f.; i. prox. Dia. $^1/_3$ schmale Blutröte. Fe.: i. prox. $^2/_3$ grossfleckige Blutröten. Ra. u. Ti.: allg. hyp. F. M.

21. Mi. Z., 11-j. St. — Tetanus. Pododermatitis suppurativa. Blutungen. Hyperplastische Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Hyperämie von Gehirn, r. Lunge und Knochenmark. F. M., leicht hyperäm.; Hu.: ohne umschriebene Blutröte! Fe.: i. d. prox. $^2/_3$ blutrote Partien; randständig; Gefässe der Markhöhle bes. deutlich. Ra. u. Ti.: wie Hu.!

22. Ha. R., 9 bis 10-j. Wa. — Frische Zwerchfellsruptur bei Peritonitis und Pleuritis diaphragmatica chron. villosa rarefaciens. Einklemmung und Diphtherie eines Darmstücks. Hyperäm. Milzschwellung. Kompression der l. Lunge. Lungenemphysem. Subseröse Blutungen. Tr. d. P. Oe. F. M., leicht hyperämisch; Hu.: nur F. M. Fe.: i. d. prox. $^2/_3$ Blutröten. Ra. u. Ti.: wie Hu.!

23. Schw. A., 15-j. Wa. — Infizierte Stichwunde. Nekrotisierende, jauchige Entzündung der dortigen Hufteile. Decubitus gangrän. Blutungen subserös im Bindegewebe. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Gastro-Enterit.; Magenerosionen. Oe. F. M., mit Neigung zum Gallertmark. Hu. und Fe.: umschrieben blutrote Stellen. Ra. u. Ti.: reines, fettig-gallertiges „Grundmark."

24. Schw. A., 13-j. St. — Hufknorpelfisteloperation v. l. Unterhautödem. Hyperäm. Milzschwellung, subseröse Blutungen. Tr. d. P. Gastrit. parench. acuta; Glottisödem. Oe. F. M., hellrosa; grosse Markhöhlen. Hu.: reines F. M. Fe.: klein- und grossfleckige, randständige, schwarzrote Stellen in Spo.- u. Höhlenmark. Ra. und Ti.: wie Hu.

25. Schw. Z., 5 bis 6-j. St. — Hämoglobinämie. Eitriger Nasen- und Nebenhöhlenkatarrh mit Blutungen. Nephrit. bacteritic. embolic. submiliar. multiplex. Musculi psoades weich u. graurötlich. Starke Hyperämie des Gehirns und Rückenmarks. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. Subseröse Blutungen unter der Milzkapsel. Oe. F. M., schwache Hyperämie. Hu.: gering hyperäm. F. M. Fe.: nur in Spo. prox. $^1/_3$ blutrot, Höhlenmark frei. Ra. u. Ti.; wie Hu.

26. Schw. A., 11-j. Wa. — Hämoglobinämie. Hyperämie d. Lenden- und Kreuzmarkhäute. Muskeldegeneration. Pralle Füllung des Rektum. Nephritis und Cystitis hämorrh. Blutungen. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M., hellrötl.-gelb; Hu.: i. prox. Spo.-dia. a. kran. Rand dreieckig. intensiv blutrot. Fe.:

Höhlenmark gelb. Spo. hyperäm., Dia. im prox. und mittleren Drittel fleckig schwarzrot. Ra. u. Ti.: hyperäm. F. M.

27. Schw. Z., 8-j. St. — Hämoglobinämie. Starke Trübung der Lendenmuskeln. Nephritis acuta parench. Cystitis hämorrh. Rippenbrüche mit Hämatothorax. Blutungen unter Serosa, Milzkapsel, Leberkapsel u. Nebenhöhlenschleimhaut. Gastritis acut. hämorrh. erosiv. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Hydropericard. Oe. F. M. leichte Hyperäm.; Hu.: fast reingelb, nahe dem vord. Rande in d. Spo. von Ep. u. Dia. 3 dunkelrote Flecken. Fe.: prox. Ep. fast frei, anschliessend dunkelrote Fläche, schwarzrot blutige Herdchen und Streifen, randständig und i. Höhlenmark; Zentrum frei. Wi.: tief dunkelrot.

28. Mi. Z., 15-j. Wa. — Starrkrampf. Pneum. gangrän. Pleuritis serofibrin. Subseröse Blutungen, hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Gastro-enterit. acuta. F. M., leicht blassrot. Hu.: i. ganzer Markhöhle kleinfleckiges, schwarzes, scharf umschriebenes Rot, saftiges Mark. Fe.: i. oberen und mittl. $^1/_3$ viel schwarzrot, scharf umschrieben, bes. auch i. M.-H. Ra. u. Ti.: hellgelb-rötl. F. M.

29. L. L., 3-j. Wa. — Pneumonia fibrin. mortific. Pleuritis sero-fibr. Peri- u. Epicarditis sero-fibr. circumscript. Hyperäm. Milzschwellung. Blutungen, subserös usw. Tr. d. P. Herzmuskeldegeneration. Oe. Glottisödem. F. M., Hu.: prox. Ep.-f. deutlich, prox. $^1/_3$ d. Dia. blutrote Partien, am kaudalen Rand streifig. Fe.: dist. Ep.-f. erhalten; viel schwarzrot i. d. oberen Dia.-Hälfte. Ra.: nur F. M. Ti.: i. prox. Dia.-Ende Ep.-f. schwach erhalten; 2 Pfennig grosse blutrote Partien i. Spo. Wenig hyp. F. M. mit Gefässinjektion.

30. Ha., L. W., 6-j. St. — Castratio per vaginam. Vaginitis acuta. Blutungen in den Wundstümpfen. Peritonitis serohämorrh., subseröse Blutungen. Hyperäm. Milzschwellung. Oe. Tr. d. P. Fäulnis. F. M. blassrötlichgelb. Hu.: prox.-kranial blutrotes Feld i. Spo. d. Dia.; auch in der Höhle kleinere Herde. Fe.: ausser d. dist. $^1/_3$ fast lauter grossfleckige, breitstreifige, schwarzrote Partien im H.-M. und Spo.-M. Ra. u. Ti.: rein. F. M.

31. Schw. A., 15-j. Wa. — Pneumon. gangrän. Pleuritis serofibrinosa. Blutungen unter Epi- und Endocard. Hyperäm. Milzschwellung. Fäulnis. Oe. F. M. Hu.: i. M.-H. blutige Färbung und Erweichung, i. prox. Ep. geringe umschriebene Blutröte. Fe.: H. M. erweicht, missfarben, braungelb, rissig; prox. Dia. $^1/_2$ so und blutrot verändert, sonst hyperäm. Ra. u. Ti.: gering hyp. F. M.

32. Mi. Z., 7-j. Wa. — Starrkrampf. Blutungen subserös und im Darm. Hyperäm. Milzschwellung. Hämolyse. Tr. d. P. Gastrit. parench. acut. Oe. Abscess i. d. Magenschleimhaut. F. M. Hu.: gelbes F. M.: kaud. Rand der M. H. kleinfleckig, streifig blutrot, i. prox. Spo. ebensolche leichte Rötung. Fe.: prox. Dia. $^1/_3$ ganz, mittl. $^1/_3$ randstreifig dunkelrot, i. M. H. Gefässzeichnung. Ra. und Ti.: reines F. M.

33. Ha., Mi. W., 8-j. St. — Inficierte Wunden, bes. an Gliedmassen und Zunge. Eitrig-jauchige Phlegmone. Blutungen i. Muskeln u. subserös. Pneumonia mortificans embol. multipl. Blutige Lymphdrüsenschwellung. Oe. Tr. d. P. Hyperplast.-hyper. Milzschwellung. Fäulnis. F. M., gelbweiss i. H.-M. Hu.: prox. $^1/_3$ d. Dia. am kranial. Rande talergross, schwarzrote Partie i. Spo.; i. d. M.-H. am kaud. Rand kleiner Fleck ders. Art. Fe.: prox. $^1/_3$ ganz, am kaud. Rand in M.-H. $^1/_2$ grossfleckig schwarzrot. Im dist. $^1/_3$ 4 kleinere schwarzrote Flecke i. Spo.; M.-C. dext.: bes. hyperäm. Spo. hellrotgelb.

34. Schw. A., 4-j. Wa. — Volvulus d. Dünndarms. Peritonit. serofibrin. Blutungen subserös, i. Schlund u. Lymphdrüsen. Hyper. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: gelb i. d. M.-H., rötlich i. d. Spo. Hu.: prox. Ep.-f. deutlich, anschlies-

send schwarzrote Dia. Spo. ausgedehnt, d. kaudalen Rand folgend. Fe.: Ep. wenig, Dia. fast lauter schwarzrot ausser F. M. insel i. d. M. H.; im dist. Drittel einige schwächer rote Flecke in Spo. Ra.: Ep.-f. M.-T. u. M.-C. weniger rötlich.

35. R. (Anatomiepferd), 20 bis 24-j. Wa. — Dämpfigkeit. Halsschnittverblutung. Emphysema alveolare pulmonum. Endocardit valvul. chron. fibrosa. Blutungen subserös; Tr. d. Myocards. Pleuritis chron. fibr. plan. circumscript. Sulziges Fett. F. M.: gelb, nicht sulzig. Hu.: Dia. prox. u. mittler. 1/3, i. Spo. u. M.-H. schwarzrote, fleckige Partien. Fe.: prox. Hälfte fast ganz schwarzrot. In M.-H. schmale F. M.-insel. Ra. u. Ti.: reines F. M.

36. Schw. B., 3½ bis 4-j. Wa. — Nadelbrennen. h. r. Eitrig-jauchige Phlegmone. Blutungen subserös u. i. Schleimhaut. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Blutige Kehlkopfentzündung. Gastrit. acuta. Fäulnis im Mark. F. M.: Allg. schwache Hyp. Hu.: prox. Ep.-f. In d. M.-H. dunkelrotes Mark, grossfleckig; gelbrötlich F. M. Spo. blutrot. Fe.: l. Fe.: prox. Hälfte ganz, mittl. grösstenteils dunkelrotgrüngraues, weiches Mark. Nur kleine F. M. Insel; r. Fe.: wie l., dazu noch: rotgrünes, stark erweichtes Mark mit schwarzroten Flecken. Ra.: leicht hyp. Ti.: reines F. M. dto. in M.-C., M.-T. u. Ph.

37. Mi. W., 5 bis 6-j. Wa. — Lungenbrustfellentzündung. Pneumonia mortific. fibrin. Pleuritis sero-fibrinosa. Blutungen subserös; hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Gastritis hämorrh., ulcer. F. M., hyperäm. mit Gefässinjektion. Hu.: prox. 1/3 schwarzrot, bes. kranial; i. M.-H. a. kaud. Rand und dist. fast fingerbreit, streifig rot. Fe.: i. d. prox. 2/3 d. Dia. dunkelrot. Spo. und H. M., hier schwarzrot gesäumt; i. dist. 1/3 einige rote Flecken. Ra. u. Ti.: hyp. F. M.

38. Edles Ha.-R., 8-j. St. — Septicämie. Eitrig-jauchige Phlegmone. Myositis mortific. d. l. Kniegegend. Blutungen unter Pleura und Epicard, hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Glottisödem. Fäulnis. F. M.: hyperäm. Hu.: i. d. prox. 1/2 fleckig blutrot, auch i. d. M.-H., schwarzrot; Gefässzeichnung. Fe.: schwarzrote Farbe, fast über d. ganze Dia. verbreitet. Ra. u. Ti.: hyp. F. M.

39. Schw. A., 12-j. Wa. — Starrkrampf. Blutungen subserös u. i. Schleimhäuten. Hyp. Milzschwellung. Hyperämie von Leber, Nieren, Gehirn. Tr. d. P. Oe. Typhlitis parasitica. Hyp. Gallertmark (sulzig, glasig, gelbrötl., saftreich). Hu.: im dist. Dia. 1/3 zwei schwarzrote Flecken, je randständig, einer der dist. Ep. angrenzend. Fe.: bes. i. d. M.-H. grossfleckige, schwarzrote, erweichte Partie; auch i. d. Spo. Ra. u. Ti.: stark hyp. G. M.

40. Schw. A., 14-j. St. — Pleuro-Pneumonie; beiders. Pleurit. purul. Blutungen subserös. Hyp. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Laryngo-Pharyngitis hämorrh. Fäulnis. F. M., hyperäm. Hu.: ohne Hyperämie, ohne Blutröte. Fe.: i. d. prox. Spo. grossfleckig, blutrot; i. d. M. H. je fingerbreite, randläuf. Blutröte. Ra. bezw. Ti.: geringe bezw. stärkste Hyperämie; Ti.-Fläche eosinfarben.

41. Kavallerie-Pferd, 18 bis 20-j. Wa. — Schädelbruch. Fract. transvers. complet. ossium cranii. Blutungen zwischen Knochen und Dura und Gehirn. Oe. Hyp. Milzschwellung. Subseröse Blutungen. F. M.: gelbweiss überall. Hu.: ohne umschriebene Rötung. Fe.: prox. Spo.-Dia.-1/3 blutrot, i. d. M. H. pfenniggross blutig rotgrauer Fleck, randl. streifig rot. Ra. u. Ti.: wie Hu.

42. L. W., — Inanition (?) Gastritits acuta. Tr. d. P., subseröse Blutungen und solche i. d. Nierenrinde u. i. r. Muskeln u. Unterhaut. Hyperäm. Milzschwellung. Hyperäm. d. Gehirns und d. Schilddrüse und d. Rückenmarkhäute. Oe. F. M. Hu.: gleichmässig gelbweisse, reine F. M. Fläche. Fe.: im oberen 1/5 mehrere bis 1 M. grosse, braunrote Flecken, trocken scharfrandig, kran. u. kaudal bis z. Mitte d. M. H. Ra. u. Ti.: wie Hu.

43. Mi. Z., 12-j. Wa. — Achsendrehung des Col. ascendens. Colitis. Wurmaneurysma u. Thromben i. d. A. col. med. Darmlähmung (Embolie). Geringe hyperplast. Milzschwellung. Subseröse Blutungen. Tr. d. P. Gastrit. parench. acut. Hyperäm. d. Gehirns, d. Rückenmarks u. seiner Häute. Oe. Hyperäm. Gallertmark. Hu.: m. o. w. leichte Rötung des saftig-sulzigen, durchscheinend glasigen Marks. Fe.: i. ob. $^1/_3$, je randläufig, nur i. d. Dia. 1 blutigroter Streifen, kaudal fast bis zur Mitte herunter. Ra. u. Ti.: wie Hu.

44. Mi. A., 5-j. Wa. — Starrkrampf. Pneumonia fibrin. mit necrot. Herden. Pleuritis fibrinosa. Blutungen subepikardial u. i. d. Darmschleimhaut. Tr. d. P. Gastrit. acut. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M., hyperäm. Hu.: prox. Ep.-f. noch angedeutet; i. d. Dia. u. i. ober. M.-H.-teil. kleinfleckig blutrot. Fe.: i. oberen $^1/_3$ ganz blutrot. Dia., i. mittl. $^1/_3$ (M.-H.) mit dreieckig. Fleck u. schmalstreifig blutrot; prox. Ep.-f. angedeutet. Ra. u. Ti:: gering hyp. F. M.

45. Schw. A., 7-j. Wa. — Lungenbrustfellentzündung. Pneumonia fibrin. et apostemat. Pleuritis sero-fibrin. Tracheïtis et Bronchit. catarrh. acut. Lungenödem. Subseröse Blutungen. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Gastrit. parench. acut. Oe. Hyperäm. d. Gehirns. F. M.: ohne Hyper. Hu.: i. mittl. $^2/_4$ d. Dia. d. kaud. Rande i. d. M.-H. anliegend: fleckig-streifige, schwarzrote, erweichte Partien. Deutl. Gefässinj. Fe.: d. 2. und 3. Fünftel blutig rot, bes. i. H.-M. mit Erweichung und Gefässzeichnung. Ra. u. Ti.: F. M. mit Gefässinj.

46. Schw. Z., 7-j. Wa. — Achsendrehung d. Col. asc. Periton. sero-fibrin. Ausgedehnte Blutungen. Tr. d. P. Hyperplast. hyp. Milzschwellung. Oe. Enterocentese mit Folgen. F. M. weissgelb. Hu.: prox. längliche Blutröte i. d. Spo., kaudal in halber Höhe, kran. Rand d. Dia. ohne Hyp. Fe.: prox. $^1/_3$ d. Dia. i. d. Spo. rot, i. d. M.-H. randläufig, bes. kran. b. z. Mitte. Ra. u. Ti.: Spo. rein F. M., M.-H. hyperäm.

47. Schw. A., 7-j. Wa. — Lungenentzündung und Decubitus. Pneumonia hämorrh. Pleuritis serosa, Blutungen. Tr. d. P. Gastrit. parench. Enteritis cat. acuta. Hyperäm. Milzschwellung. Decubitus am r. Auge und an Hüften. Sulziges Fett. Oe. Gelbes F. M. Hu.: a. kaud. Rand blutrot, streifig, auch i. d. M.-H. Fe.: schwarzrote, randl. Partie, i. d. M.-H. vorspringend, i. d. prox. $^2/_3$ d. Dia. Ra. u. Ti.: leicht hyp. F. M.

48. Schw. Z., 15-j. Wa. — Starrkrampf. Pododermatitis purulenta. Hyperäm. Milzschwellung. Subseröse Blutungen. Tr. d. P. Hyperäm. d. Gehirns und seiner Häute. Oe. F. M.: leicht hyperäm. Hu.: am kran. oberen u. kaud. mittl. Teil d. Dia. pfenniggrosse Blutröte. Fe.: i. prox. Dia. $^1/_3$, i. mittl. $^1/_3$ i. d. M.-H. grossfleckig schwarzrote Partien; i. dist. Teil eine kleinfleckige Spo. Rötung. Ra. u. Ti.: leicht hyp. F. M.

49. Schw. Z., 7-j. Wa. — Lungenbrustfellentzündung. Lungenödem. Pneumon. bilat. acuta. Laryngitis et bronchit. acuta. Glottisödem. Subseröse Blutungen. Hyp. Milzschwellung. Tr. d. P. Gastritis parenchymat. acuta. Hyper. d. Gehirns, s. Häute u. d. Schilddrüse. Oe. F. M.: leicht hyper. (exkl. Fe.!) Hu.: kran.-prox. und kaudal randläufig i. Spo. u. in Markhöhle kleinfleckige Schwarzröte. Fe.: teilw. sulzig-gallertiges Mark, bes. i. dunkelgraurot. Mark d. Höhle: prox. $^1/_3$ u. mittleres Spo. $^1/_3$ blutrot, dist. $^1/_3$ frei. Ra. u. Ti.: reines hyp. F. M.

50. Schw. Z., 9-j. Wa. — Hämoglobinämie. Starke Füllung d. Gefässe von Gehirn, Kreuz- und Lendenmark. Hämatolyse. Myocardit. u. Nephrit. acut. parench. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Subepicardial. Blutungen. Oe. F. M.: leicht hyperäm. Hu.: i. d. M.-H., kaud. mehr als kranial, randläufige, saftige schwarzrote Bezirke; i. d. dist. Hälfte mehr hyperäm., prox. gelbweissl. F. M. Fe.: Die prox.

$^{3}/_{4}$ d. Dia. grösstenteils intens. rot, i. d. M.-H. mehr sulzig, saftig, leicht gallertig; i. d. Spo. rot; sonst Hyperämie d. F. M. Ra. u. Ti.: leicht hyp.

51. M. A., 24-j. Wa. — Ruptur e. Aneurysma d. Art. bronch. ram. sin. Tod durch Verblutung i. d. Lungen u. (durch Riss i. d. Pleura pulmon.) i. die Brustfellsäcke. Oligämia universalis. F. M.: gelbweiss. Hu.: kran.-prox. fleckig i. d. Spo., d. kaud. Rand folgend schwarzroter Streifen. Fe.: Ep. frei. Dia. zu $^{2}/_{3}$ unregelm. dunkelrotfleckig, i. d. M.-H. schwarzroter Fleck. Ra. u. Ti.: reines F. M.

52. Mi. Z., 17-j. St. — Anschoppungskolik i. d. dicken Därmen. Sturz mit Zwerchfellruptur und Verlagerung von Milz, Netz, Magen. Leerdarm u. Colon. asc. i. d. linken Brustfellsack. Subseröse Blutungen. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: hellgelbrötlich. Hu.: reines Grundmarkbild. Fe.: prox. Hälfte d. Dia. randläufig, streifig, dunkelrot; i. M.-H. 10 Pf. gross, schwarzrot. Ra. u. Ti.: hellgelbrötl. F. M.

53. Schw. A., 6-j. Wa. — Herzschlag. Starke Ausdehnung der r. Kammer. Hyperäm. d. Lungen. Lungenapoplexie. Lungenödem. Hyp. Milzschwellung. Sub.-epicard. Blutungen. Hyperäm. d. Venen von Gehirn, Rückenmark und ihrer Häute. Oe. (der Glottis). Zungenwunden. F. M.: hyperäm. i. a. waren ausgedehnte blutigrote Partien vorhanden, in Fe. und Hu. Ra. u. Ti.: hyp. F. M.

54. Mi. A., 5-j. St. — Castratio per vaginam. Fibrinöse Entzündung i. Abdomen. Peritonitis in 3 Abteilungen mit Adhäsionen und Verwachsungen. Erweiterung und Hypertrophie des Duodenum. Hyp. Milzschwellung. Lymphdrüsenschwellung im Becken. Tr. d. P. F. M.: wie bei Nr. 53, mit grösserer Ausdehnung im Fe. missfarbenes, erweichtes, rotgraues Mark. Ra. u. Ti.: (wie bei Fall 53), hyperäm.

55. Mi. W., 8-j. Wa. — Achsendrehung des Col. asc. Stauungserscheinungen. Bluterguss in's Lumen u. in d. Schleimhaut, subseröse Blutungen, hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Ascariasis. F. M.: hyperämisch. Hu., Ra. u. Ti.: hyp. F. M. Fe.: Ep. frei. Die Spo. blutrot, in M. H. schwarzrote Partie, bes. a. kaud. Rand.

56. Mi. Z., 4-j. Wa. — Brustseuche. Coryza equi specifica. Blutig-eitr. Lymphdrüsenschwellung. Pneumon. fibrin. mortific. Pleurit. serofibrin. Blutungen subserös, hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: keine allg. Hyperämie. Hu.: in Spo. d. prox. Ep. und Dia. wenige umschriebene Blutröten, eine i. d. M.-H., Sitz wie gewohnt. Fe.: Ep. frei, prox. $^{2}/_{3}$ d. Dia. blutrot, stärker schwarzrot. v. kran. Rande ausgehend u. in M.-H. vorspringend. Ti. u. Ra.: in d. M.-H. leichte Hyperämie.

57. Mi. L., 6-j. St. — Trauma am l. Unterschenkel. Infizierte Wunde h. l. Dermatitis phlegmonos. Tr. d. P. Hämatolyse. Subseröse Blutungen. Hyper.-hyperplast. Milzschwellung. Hyperämie des Gehirns. Gastro-enteritis acuta. Oe. F. M.: hyperäm. Hu., Ra. u. Ti.: hyp. F. M. bes. i. d. Höhlen. Fe.: leichte allg. Hyp.: Blutherde nur i. d. Dia.: prox. $^{1}/_{3}$ i. d. Spo., i. M.-H. randstreifig, bes. kranial.

58. L. W., 15-j. Wa. — Volvulus d. Dünndarms. Wurmaneurysma e. Gekrösarterie. Thrombose i. e. Dünndarmarterie. Stauung v. Blut und Lymphe. Peritonit. serofibrin. Blutungen subserös. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Gehirnhyperämie. Gallertiges, hellrotes, glasig glänzendes, saftiges Mark. Hu.: an d. beiden gew. Stellen kleinfleckige Blutröte, bezw. streifig; sonst allg. Hyperämie. Fe.: Dia. an gew. Stelle blutrot. In d. M.-H. v. kranialem Rand ausgehend schwarzrote 5 M. grosse Partie, sonst allg. Hyp. Ra. u. Ti.: Hyperäm. des gelatinös veränd. Marks.

59. Mi. A., 7-j. Wa. — Achsendrehung des Col. ascend. mit Folgen. Weichbröckeliger Thrombus i. d. A. ileo-caeco-colica. Blutungen, subserös, hyperäm.-hyper-

plast. Milzschwellung. Gehirnhyperämie. Oe. Proctit. cas. acut. F. M.: grösstenteils hyp. Hu.: prox. Ep.-f. noch deutlich; i. M.-H. Hyperämie. Fe.: prox. Teil ohne allg., distal. Hälfte m. allg. Hyperämie d. F. M.; prox. Dia. bes. kran., dann auch kaud. (randständig) intensivrot. Dort schwarzrote, kleinfleck. Stelle neben streifiger Blutröte. Ra.: prox. Ep.-f. angedeutet.

60. Mi. L., 10-j. St. — Volvulus d. Dünndarms m. Folgen. Blutungen subserös, hyperplast. Milzschwellung, Hyperämie v. Gehirn. Tr. d. P. Oe. Gallertmark mit Hyperämie. Hu.: prox.-kran., dem Rand unterhalb Ep.-f.-grenze anschliessend 2 kleine blutfarbene Flecke. Sonst nur allg. Hyperämie. Ra. u. Ti.: allg. Hyper. Fe.: i. prox. 1/3 d. Dia., Spo. rot, randläufig, mehr kranial i. M.-H. grossfleckig-schwarzrot; Gefässzeichnung durchscheinend. Abnorm viel Spongiosa, so dass eigentliche zentrale Höhle fehlt.

61. R., Ha., 6-j. Wa. — Brustseuche. Subfaszielle Phlegmone. Eitrig-jauchige Phlegmone am Halse. Streptokokkeninfektion m. Abszessbildung. Myositis purul. et ichor. Lymphaden. apostem. multipl. Pneumon. apostem. embol. mortific. und Brustseuchepneumonie. Blutungen subserös. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Hyperämie v. Milz, Nieren, Gehirn, Lungen, Nasen- u. Nebenhöhlenschleimhaut. Oe. F. M.: allg. hyperäm. Rot an d. Peripherie d. M.-H., i. Zentrum gelbweiss. Hu.: prox. Dia. 1/3 und kaud. Rand schwarzrot i. breitfleckigem Streifen bis zur dist. Ep.-grenze. Fe.: intens. Blutröte i. Dia. mehr dem kran. Rand entlang und i. M.-H.; am kaud. Rand noch F. M.-farbe! In d. M.-H. rötlichgelbe F. M.-insel. Dist. 1/3 d. Dia. teilw. hell blutfarben.

62. Schw. A., 11-j. Wa. — Brustseuche. Pneumo-Pleuresia crouposa equi mortific. Oedema et Emphysema pulmon. Blutungen subserös. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Gastrit acut. parench. Hyperämie v. Gehirn. Oe. Enterit. cat. acut. F. M., Hu.: Solid weissgelb F. M. Fe.: i. prox. Spo.-Dia. 1/3, am kaud. Rand streifig; dann bes. i. mittl. 1/3, M.-H., vom kran. Rand als vorspringende, schwarz-rote Partie. F. M. ohne Hyperämie. Ra. u. Ti.: m. Gefässinjektion.

63. L. W., Ha., 9-j. Wa. — Brustseuche. Infizierte Brennstichwunden i. d. l. Spatgegend. Pneumon. fibrin. sin. Pleurit. serofibrin.-hämorrh. Hyperäm. Milzschwellung. Blutungen subserös. Tr. d. P. Oe.' Gehirnhyperämie. Oberkieferhöhlenkatarrh. F. M.: hyperäm. Hu: rotgraue, trübe, weiche Herde, unregelmäss. fleckg. bezw. längsstreifig. Hyperäm. u. Gefässinjektion i. dist. 1/3 d. Dia. Fe.: prox. Dia. 1/3 blutrot, i. M.-H. grosse, längliche Insel v. rotgrauer Farbe, sonst Mark m. Gefässinjektion, doch gelbrötl.-grau. Dist. Dia. leicht gerötet. Ra.: hyperäm. F. M. Ti.: l. stärkere, r. starke Hyperämie d. F. M.

64. Schw. Z., B., 3 1/2-j. Wa. — Starrkrampf. Wunde u. Nekrose d. Huflederhaut, Pododermatitis acuta. Blutungen i. d. Milzkapsel. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Fäulnis. Oe. F. M. Hu.: beide Ep.-f. deutlich. Graugelbe rötl. Flächen, himbeerähnl. schmutziggraues Mark. Schmierig, talgähnlich. Ep. heller, rötlich, ohne grau. Fe.: Dia. schwärzlichgraurot. M. H. fleckig, himbeerfarben, erweicht, schmierig, eigtl. F. M. nur i. Ep., hier aber hyperäm.; dist. Ep.-f. deutlich. Ra. u. Ti.: hellrötl. F. M., dist. mehr als prox.! Ep.-grenzen deutlich! Fäulnis.

65. B., Schw. Z., 10-j. Wa. — Operierte Stollbeule. Pneumon. fibrin. Pleurit. serofibrin. Tendovaginit. purulent. Dekubitus. Infizierte Operat.-Wunde. Blutungen subserös und sonst Lymphdrüsenschwellung. Hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oligämie v. Nieren, Leber. Oe. F. M. Hu.: l. u. r. solides, saftiges F. M., mässig blutreich, k. umschriebene Blutröte. Fe.: l.: schmale, blutrote Streifen längs kaud. Rand; i. M.-H. breiter vorspringender, schwarzroter Fleck a. kran. Rand, sonst konsistentes, hellgelbrötl. F. M. Ra. l. u. r., sowie Ti. l. wie Hu.

66. B., Schw. Z., 8-j. Wa. — Volvulus d. Dünndarms. Blutungen ins Lumen, i. d. Schlmht. und subserös. Enteritis dipht. Peritonit. acuta incip. Blutungen in Halsmuskeln, Kehlkopfschlmht. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: gelbrötlich, leicht hyperäm. Hu.: i. Spo. wenig randständige, kleinfleck. Blutröten a. d. gew. Stellen. Fe.: Ep. hellgelbrötl.; Dia. i. prox. $^2/_3$ himbeerfarben i. Spo. total, i. M.-H. dunkelrot bis auf kleinfingerlangen und -breiten, schrägen F. M.-streifen, am kran. Rand beginnend. Ra. u. Ti.: reines F. M.

67. Ha., L. W., 15 bis 18-j. Wa. Abmagerung. Blutungen unter d. Pleura, d. Epicard. d. Milzkapsel u. i. d. Schleimhaut d. Dünndarms. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Nephrit. parench. acut. Fäulnis. Oe. Gallertmark. Hu.: i. prox.-kran. Dia. $^1/_2$ und am kaud. Rand Blutungen halbhandteller- bezw. 10 Pf. gross Gefässzeichnung. Fe.: prox. $^3/_5$ d. Fläche rotgrau, feucht. In Spo. u. Höhle fleckige, schwarzrote Partien. Ra.: hellorangefarb. Gallertmark. Ti.: dto.

68. Mi. W., 11 Mon., Wa. — Peritonitis. F. M., beginnendes G. M., viel Knorpel in den Ep. und den Ep.-f. Hu.: i. dist., noch mehr i. prox. Dia.-teil, blutrote Spo. Fe.: prox.-kaudal randstreifig lymphoid., kran. i. d. M. H. 2 rotgraue Partien, ebenso d. dist. Fuge entlang. Ra.: Fugen teilweise knorpelig. Ti.: Fugen knorpelreich.

69. Schw. A., 16-j. Wa. — Volvulus. Blutungen in d. Dünndarmschleimhaut. beginnende Nekrose. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Peritonit. chron. villos. F. M.: saftig, weissgelbl. Hu.: a. kaud. Rand 2 erbsengrosse. himbeerfarbene, scharf umschriebene Partien, fast nur i. Spo. Fe.: randständige (prox. breitere) Streifen. Ra. u. Ti.: ohne Blutröten.

70. Ha., R., 5-j. Wa. — Divertikel am Ende des Halsteils d. Schlundes mit Hypertrophie der Schlundmuskulatur. Fremdkörper im Brustteil. Oesophagitis hämorrh. necrotica circumscripta. Pneum. hämorrh. Hyp. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M., hyperämisch. Hu.: Ep.-f. prox. erhalten. Fe., Ra. u. Ti.: trockenes F. M. mit viel Rot (himbeerfarben, ausgedehnt, umschrieben).

71. Schw. Z., 8-j. Wa. — Volvulus d. Dünndarms. blutig. Inhalt. Überfüllung des Magens. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Oe. F. M.: mit seröser Durchtränkung (beginnendes Gallertmark, Fettgehalt noch deutlich), Blutgehalt mässig. Hu. u. Fe.: umschriebene Blutröten i. Spo. Ra. u. Ti.: ohne solche, leichte allg. Hyperämie.

72. B., $4^1/_2$-j. St. — Quetschwunde. Streptokokkeninfektion. Phlegmone ichorosa mortific. Pneumonia nodosa multiplex embolica et fibrin. hämorrh. Teerartiges Blut. Hyperäm.-hyperplast. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: mit Injektionsröte. Allg. Hyperämie, bes. d. l. H.-Gl. Hu.: prox. Ep. nur wenig sichtbar. Fe.: mit umschriebenen Blutröten.

73. Schw. Z., 10-j. Wa. — Emphysema alveol. pulmon. Pneumon. interst. chron. Pleurit. chron. fibros. Laryngo-Tracheo-Bronchitis catarrh. Hypertrophie d. r. Herzens. Querbrüche v. 4 Rippen m. Verblutung i. d. Brustfellsäcke. Oligämie. Blutungen. sulz. Fett. Oe. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. F. M.: saftig. Fe. u. Hu.: umschriebene Blutröte in gering. Ausdehnung. Rotgrau, lymphoid. Ra. u. Ti.: zentrale Hyperämie.

74. Schw. Z., 7-j. Wa. — Pneumonia gangränosa. Pleuritis serofibrinosa. Teerartiges Blut. Blutungen i. d. Milzkapsel. Myosit. häm. M. crico-arytän. post. dextr. Pharyngo-Laryngo-Tracheo-Bronchitis häm. Oe. Fäkalstase. Sulziges Fett. Abmagerung. Fäulnis. Fettarmes, saftig-sulziges Gallertmark, faulig. Hyperäm. peripher i. Markzylinder kleine und grössere umschriebene Blutröten. Hu.: prox. Ep.-f.; Arterien scheinen weiss, Venen rötlich durch. Ra.: ohne umschriebene Röte. Ti.: i. prox. Ep. 1 M. grosse umschriebene Röte.

75. Engl. Vo., 6-j. Wa. — Perforatio Recti. Peritonitis purulent. exsudativa. Peri-Gastrit., -Hepat., -Pleurit., -Splen. fibrino-purulenta acut. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Oe. Fäulnis. Rötlichgelbes Gallertmark, fettarm, wasserreich. Starke allg. Hyperäm. d. Sägefl. Hu.: umschriebene Blutröten und schwarzrote Stellen. Fe.: Ep. frei v. Blutröten. Ra.: i. Spo. v. Hu. und Ra. (prox. Ep.) Blutfleckchen. Ti.: i. Spo. v. Fe. und Ti. (dist. Ep.) Blutfleckchen. Wi.: hyperämisch, keine Gallertbeschaffenheit.

76. Schw. Z., 8-j. Wa. — Achsendrehung d. l. Colonlagen m. Folgen. Oedeme Blutungen a. Kopf und Hals, unter Epicard. Gallertmark: hyperäm. Hu. und Fe.: umschriebene Blutröte in Spo. und H.-M. Ra. u. Ti.: k. umschriebene Röten.

77. Mi. W., 18-j. St. — Getötetes Anatomiepferd. Abgem., schwach. Melanosis von Schulter- und Beckengürtelmuskeln und Lymphdrüsen. Melanome an After und Scham. F. M.: saftig, gelb, fetthaltig, sulzig. Hu.: umschriebene Röte. Fe.: blutrote Flecken und umschriebene Stellen, himbeerfarben. Ti.: i. prox. Ep. an Dia.-grenze einige Blutflecken.

78. Schw. A., 8-j. Wa. — Tetanus. Pneumonia bilat. acut. Blutungen u. d. Epicard. und d. Pleura. Tr. d. P. Fäulnis. Teerartiges Blut. Hyperäm. Milzschwellung. Nephrit., Gastrit. acut. Glottisödem. F. M.: stark hyperäm., hell blutrot, m. Gefässinjektion, saftig-ölig; kleine M.-H.; Fäulnis. Hu.: prox. Fuge schwach angedeutet, prox.-kran. i. d. Dia.-Spo. blutroter Fleck. Fe.: prox. randläufige dunkle Blutröte. Spo. und M.-H. zentral keine Blutröte. Ra.: siehe F. M. Ti., M.-T. und Ph.: dto.

79. W., 11-j. St. — Verblutung i. r. Hintergliedmasse. Zerreissung d. Bänder und Knochenabsprengungen am Kniegelenk. Zerreissung von Gefässen. Verlagerung d. Oberschenkelendes vor die Tibia. Oligämia universalis. F. M.: ziemlich fest. Rechtss. allg. Hyper.; nicht so links. Hu.: prox. umschriebene Röte, bes. i. Spo.; in $^{1}/_{2}$ Höhe am kaud. Rand bohnengr. Fe.: r. und l. gleich wenig i. M.-H. vorspringende Röte. Ra. u. Ti.: frei.

80. Mi. W., 15-j. St. — Halsschnitt m. Folgen, Hyperämie d. Gehirns, Oedeme. Ependymit. chron. adhäsiv. Phlegmon. gangrän. coxar. Broncho-Pneumon. purulent. catarrh. chron. mit Bronchiëktasia apic. dextr. Pneumon. interstit. chron. Pleurit. chron. fibr. Emphysem. pulm. substant. Hypertrophie d. l., Dilatation d. r. Herzkammer. Abmagerung, sulzig Fett. Blutzersetzung. G. M.: hellrötl., sulzig, weissgeädert. Spo. weich m. kleinfleckigen Blutröten. Starke allgem. Hyperämie, Hu.: die Ausdehnung der Blutröte ist die geringste und betrifft nur die Spo. Fe.: ebenso. Ra. u. Ti.: ohne Besonderheit.

81. B., 7-j. Wa. — Tetanus. Pneumon. gangrän. Teerartiges Blut. Blutungen unter Epi.- und Endocard., i. d. Pleura, i. sulzig. Bindegew. u. i. Schleimhaut d. Kehlgangsorgane. Tr. d. P. F. M.: allg. Rötungen, bes. i. M.-H. v. Ra. und Ti. Hu.: nur in Spo. solche Partien. Prox. Ep.-f. durch schwache Rötung angedeutet! Fe.: blutiggraurote Herde i. Spo. u. Höhle.

82. B., 8- bis 10-j. St. — Hämoglobinämie Nephrit. acut. parench. Myositis parench. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Blutungen unter d. Serosen. Laryngit. acut. Oe. F. M. Hu.: randständ. Flecken, 2 kaud. u. prox.-kran., bohnengr. Fe.: bis Mitte randläufige, i. M.-H. vorspringende ausgedehnte Blutröte. Ra. u. Ti.: leichte Hyp.

83. B., 4-j. Wa. — Tetanus. Pneumon. lobular. caseos. Gastro-Enterit. catarrh. acut. Blutungen u. d. Pleura, Epicard, i. Kehlgangsbindegewebe. Teerartig flüssiges Blut. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M.: hyperäm. Hu.: prox. Ep.-f. knorpelig: Inseln lymphoiden Marks. Fe.: prox. rotlinige Ep.-f.

Blutröten. Ra.: Dist., prox., rotlinige Ep.-f.; randläufig, leichte Rötung. Ti.: schwach rotlinige prox. Ep.-f.

84. Mi. Wa., 15-j. Wa. — Volvulus. Zwerchfelldefekte. Darmverlagerung, -einklemmung, -drehung m. Folgen. Verwachsung v. Gr. Netz m. Pleura und Zwerchfellserosa. Enterit. diphth. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Blutungen in Epi-, Endocard, i. Gekröse, Schleimhaut d. Kopfs und d. Pleura. F. M.: allg. Hyperämie. Hu.: i. Spo. rote Markherde m. Erweichung des Schwammgerüsts: prox. Fugenverlauf durch kleinfleckige Röte angedeutet. Fe.: grosse rote Bezirke, schwarzrot, v. speckiger Konsistenz; hyperäm. F. M. i. Spo.; dist. und prox. Fugen durch kleinfleck. Röte angedeutet. Ra. u. Ti.: hyperäm. F. M. in den Höhlen.

85. Schw. A., 12-j. St. — Anschoppung i. Magen und i. d. r. ob. und l. unt. Colonlage. Meteorismus. Verbreitete Blutungen. Oe. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Sulziges Fett und Mark. Magenruptur, Volvulus. F. M.: hyperäm., etwas ödematös-sulzig, m. vielen blutenden Gefässdurchschnitten. Hu.: bohnen- bezw. haselnussgrosser Bezirk i. Spo. blutrot, speckig. Fe.: je randläufiger Streifen; i. H.-M. bohnen- bezw. kastaniengross, blutrot, fest speckiger Bezirk. Ra. u. Ti.: ohne Besonderheit.

86. Schw. Pfd., 10-j. St. — Lappen- und Kniegelenkswunden. Phlegmone ichorosa. Arthrit. ichoros. arrosiv. Blutungen unter Epicard. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Hyperäm. Milzschwellung. Hyperämie d. Kopfs. Oe. Decubitus. F. M.: allg. Hyperämie. Hu.: grosse Spo.-Blutröten. Fe.: (Kopf) ausgedehnte Blutröte. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

87. Mi. A., 12-j. St. — Nageltritt h. r. Zertrümmerung des Strahlbeins. Eitrig-jauchige Entzündung d. Huf-Strahlbeingelenks. Perforation nach aussen überm Ballen. Sehnenentzündung. Phlegmone. Hyperäm. Milzschwellung. Blutungen unter d. serös. Häuten. Tr. d. P. Oe. F. M.: saftig, stark hyp. Hu.: umschriebene Blutröte a. kaud. Rand. Fe.: prox. und i. M.-H. Blutröten. Ra. u. Ti.: k. umschriebene Blutröte.

88. Schw. Pfd., 4-j. Wa. — Gehirnentzündung. Encephalit. et Ependymit. serofibrin. acut. et hämorrh. Katarrh. d. Stirn- u. Oberkieferhöhle. Pralle Füllung v. Mastdarm und Blase. Hyperäm. Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. F. M.: saftig, blutreich. Hu.: randständige Blutröte i. Spo. und Höhle, Ep.-grenze kaum angedeutet. Fe.: i. Spo. und H.-M. ausgedehnte Röte. Ep.-grenze wie im Hu. Ra.: k. Röte; prox. und dist. Ep. rotlinig. Ti.: k. Röte.

89. B., 5½-j. Wa. — Tetanus. Encephalit. serosa. Hyperäm. Milzschwellung. Blutungen in den serös. Häuten. Tr. d. P. Pneumon. bilat. incip. Oe. F. M.: hyperäm. Hu.: prox. Ep.-f. deutlich; inmitten kaud., randständig, haselnussgrosse Blutröte. Fe.: sulziges F. M., dist. Ep.-f.; mässige Ausdehnung des lymph. Marks an gew. Stellen. Ra.: prox. Ep.-f. deutlich, dist. undeutlich. Ti.: prox. Ep.-f. undeutlich.

90. Mi. W., 9-j. Wa. — Tetanus. Blutungen u. d. Pleura, Epicard, Milzkapsel, i. d. Schleimhaut d. Rachens, Kehlkopfs, Bindegewebe des Kopfs. Tr. d. P. Nephrit. parench. acut. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M.: gallertartig, hyperäm.. Gefässe als weiss schimmernde Äderung. Hu.: 3 gr. Blutröten i. Spo. und Höhle. Fe.: Ausgedehnte Röte des prox. ⅓ und der M.-H. Ra. u. Ti.: stark blutreich.

91. Mi. A., 10 bis 12-j. St. — Meningitis et Ependymit. et Chorioidit. serosa monococcica. Blutungen unter den Serosen. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M.: stark hyperäm., saftig. Hu.: 1 erbsengrosse Blutröte. Fe.: grosse rote Markstellen i. Spo. und Höhle, ca. prox. ½ füllend. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

92. Schw. A., 7-j. Wa. — Tetanus. Pneumon. gangrän. Pleurit. ichorosicca. Blutungen unter Epicard, Milzkapsel, Rachen- und Luftröhrenschleimhaut. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Oe. Hyperplast. Milzschwellung. Fäulnis. F. M.: rotgelbe, hyp. Sägeflächen. Gefässinjektion in M.-T. sin. (blutende Gefässdurchschnitte), weniger in Ph. Hu.: umschriebene Blutröte i. Spo. u. Höhlen. Prox. Ep.-f. als rote Linie. Fe.: wie Hu., nur dist. Ep.-f. rot. Ra.: wie bei M.-T. dist. Ep.-f. rot. Ti.: wie Ra., nur prox. Ep.-f. rot.

93. Mi. Wa., 6-j. St. — Brustseuche. Pleurit. et Pneumon. purulent. mortific. Pleurit. necrotica. Broncho-Tracheitis et Laryngit. hämorrh. Blutungen i. d. Kehlkopfmuskeln und Rachenschleimhaut. Tr. d. P. Teerartiges Blut. Hyp. Milz- und Leberschwellung. Gastrit. acut. hämorrh. Oe. F. M.: hyperämisch. Hu.: i. Spo. prox. und randläufig (kaud.) schmal blutrot. Fe.: wie Hu., dazu i. H.-M. Ra.: leichte Hyperäm. Ti.: starke Gefässfüllung.

94. Mi. W., 3-j. St. — Gonitis chronic. Nadelbrennen. Septikämie. Verheilte Brennstichstellen am l. Knie. Ebenda Arthrit. purul.-ichor. Streptokokkeninfektion. Phlegmone et Myosit. acut. Spaltungs-Schnittwunde m. Perforation ins Fe.-Ti.-gelenk. Cutisödem m. Blutungen. Teerartiges Blut. Blutungen unter Epi- und Endocard. Blutige Milzschwellung. Tr. d. P. Oe. Decubitus. F. M. Hu.: prox. Ep.-f. knorpelig, dist. fehlt. Fe.: dist. Ep.-f. erhalten. Ra.: l. prox. schwächer als dist. Ep.-f. Ti. dextr.: prox. Fuge, als rote Linie. Ti. sin.: beide Fugen rotlinig, prox. deutlicher als dist.; i. prox. Ep. und dist. i. d. Dia. Blutröte! Trochanter fleckigblutige Rötungen, bes. a. d. Spitze. Rechtss. Knochenm. nicht hyperäm.; linksseitig, dagegen hochgerötete Sägeflächen von Fe., Ti., M.-T., mit umschriebenen Blutröten i. d. dist. Ep. v. Fe.

95. L. A., 12-j. St. — Tetanus. Wunde mit blutig-eitrig. Höhlen. Cutisödem. Schwartenbildung. Teerartiges Blut. Blutungen i. Unterhaut, Milzkapsel, Epi- und Endocard. Tr. d. P. Oe. Keine Milzschwellung! Blutige Leberschwellung. F. M.: wenig Hyperämie. Hu.: geringe Blutröte i. d. Spo. Fe.: ausgebr. Blutröte i. prox. Dia.-Hälfte.

96. Schw. A., 5-j. Wa. — Hernia diaphragmatis. Volvulus. Ausserordentliche Magenfülle. Ascariasis d. Dünndarms. Teerartiges Blut. Blutungen i. d. Pleura, i. d. Schlundkopfschleimhaut. Tr. d. P. Oe. Hyperplast. Milzschwellung. F. M.: gerötet. Hu.: prox. Ep.-f. schwach rotlinig; kleine umschriebene Blutröten. Fe.: dist. u. prox. Ep.-f. schwach rotlinig. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

97. Mi. Trabpfd., 12- bis 13-j. Wa. — 4 männerfaust- bis kindskopfgrosse Darmkonkremente. Enterit. diphtheric. (lokal). Enorme blutige Milzschwellung. Blutungen unter Epi-, Endo-, Pericard. Meteorismus von Magen und Darm. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Oe. F. M.: m. geringer allg. Hyp. Hu.: k. umschriebene Rötungen; prox. Ep.-f. schwach rotlinig. Fe.: dist. Ep.-f. wenig Blutröte i. ob. $^{1}/_{2}$. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

98. Mi. A., 13-j. St. — Beckenbruch. Quer- und Splitterbruch d. 4. Lendenwirbels m. Blutungen in Rückenmarkskanal (Lähmung) und Muskeln. Einmalige Linksdrehung d. Col. ascend. m. Folgen. Teerartiges Blut. Blutungen in Oberkieferhöhle, Muskeln, Epicard, Milzkapsel. Tr. d. P. Oe. F. M.: gering bluthaltig. Hu.: i. Spo. nur haselnussgross. Fe.: ziemlich gross i. Spo. und Höhle, bis über d. prox. $^{1}/_{2}$.

99. L. W., 13-j. Wa. — Spinale Parese. Cystitis. Peritonitis. Sturz m. Zerreissung d. lig. teres femoris d. l. Hüftgelenks und d. Gelenkpfanne. Blutungen i. d. Muskeln. Erweichung und Hyp. d. Lendenmarks. Blutige Milzschwellung. Nephrit. apostemat. multipl. Cystit. hämorrh.-diphteric. acut. Phlegm. d. r. und l.

H.-Gl. Eiternde Wunde am l. Ellenbogen. Decubitus. Oe. Teerartiges Blut. Fäulnis. G. M.: fettig, dunkelrot, erweicht, faulig. Hu.: haselnussgrosse Blutröte, randständ., kaudal. Fe.: kran.-prox., wenig kaud. randläufige Blutröte.

100. Ha., 16-j. Wa. — Magenzerreissung (2 Risse). Futter i. freien Bauchraum. Riss im Rectum m. Blutungen. Peritonit. seros. acut. Netzzerreissungen. Blutungen. Trübungen. Oe. F. M.: hyperäm. Hu.: gr. Blutröte randläufig, bes. kaud., kran. gering; prox. Dia. $^{1}/_{3}$ blutrot; roter Herd im mittl. $^{1}/_{3}$ d. Dia. Fe.: ca. $^{2}/_{3}$ d. Dia. blutrot, i. unt. $^{1}/_{3}$ erbsengross blutiger Herd. Ra. u. Ti.: hyperäm.

101. L. W., 11-j. St. — Rechtsseit. kompliz. Beckenbruch mit Zerreissung d. Venae iliac. extern. et obturat. und Verblutung i. Bauchhöhle und Kruppenmuskeln. Lkss. Zwerchfellriss und Blutungen. Aortenruptur (nur Media). Blutungen unter Epi- und Endocard. Perihepatitis, -splenitis chron. vill. F. M. Hu.: kran. und prox. i. Spo. talergrosse Blutröte. Fe.: i. M.-H. welschnussgrosse Blutröte und prox. $^{2}/_{3}$ dunkelrot. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

102. Schw. B., 14-j. Wa. — Mastdarmperforation. Kot i. freiem Bauchraum. Peritonit. sero-ichoros. acut. Blutungen i. Gekröse v. Dünn- und Mastdarm, unter d. Serosen. Nephrit. parench. acut. Thrombose d. Art. il.-caec.-col. Trübungen. Pharyngo-Laryngit. hämorrh. acut. F. M. Hu.: (fehlt). Fe.: Rötung $^{2}/_{3}$ der prox. Dia. Ra., Ti. und M.-C.: in $^{1}/_{2}$ Höhe randständ. erbsen-, reiskorn-, haselnussgrosse Blutröte.

103. Schw. Pfd., 7-j. St. — Tetanus. Pneumon. hämorrh. acut. Gastrit. parenchymat. Tr. d. P. Oe. Metrit. chron. F. M. Hu.: Rötung prox.-kran. nur i. d. Dia. Fe.: mässige Ausdehnung i. d. prox. $^{2}/_{3}$ d. Dia.

104. Schw. A., 12-j. Wa. — Nephrit. hämorrh. et apostemat. multipl. acut. Eiweiss und Hb im Harn, Blutungen unter d. Milzkapsel. Epicard. i. d. Kehlkopfschleimhaut und i. Col. ascend. Hyp. v. Lungen und Milz. Tr. d. P. Blutige Milzschwellung. Laryngit. hämorrh. Oe. F. M.: gallertig. Hu.: umschriebene Blutröten, 4 ca. erbsengrosse Herde i. d. Spo. Fe.: gr. Blutröte i. prox. $^{1}/_{3}$ d. Dia. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

105. Mi. A., 12-j. St. — Tetanus. Pneumon. gangrän. Pododermatitis r. v. Bronchit. ichoros. dextr. Pleurit. ichoros. acut. dextr., subpleurale Blutungen. Teerartiges Blut. Tr. d. P. Hyperplast. Milzschwellung. Oe. F. M. Hu.: prox.-kran. welschnussgrosser Fleck i. d. Spo. Fe.: verh. geringe Blutröte i. prox. $^{1}/_{3}$ d. Dia. Ra. u. Ti.: k. Besonderheiten.

106. B., 12-j. Wa. — Tetanus traumaticus. Teerartiges Blut. Blutungen unter Pleur. cost., Epi- und Endocard. Tr. d. P. F. M.: gelb. Hu.: prox.-kran. und kaud. randläufig, auch i. M.-H. Fe.: wie bei Hu., bes. kran. randläufig, i. d. M.-H. vorspringend.

107. L. W., 12-j. St. — Komplizierter Beckenbruch. Zwerchfellruptur. Verblutung i. Bauchhöhle und Oberschenkelmuskeln (r. und l.). Tr. d. P. Perihepatit. Pleurit. Oe. F. M. Hu.: Ra. u. Ti. frei von umschriebenen Blutröten. Fe.: prox. $^{1}/_{3}$ d. Dia. massiv, mittl. zum grössten Teil randständig splenoid.

108. L. W., 12-j. St. — Quer- und Splitterbruch d. 7. bis 13. Rippe. Zerreissung v. 8 Zwischenrippengefässen, 4 tiefe Lungenrisse, ca. 18 l. flüssiges Blut i. d. Brustfellsäcken. Petechien i. d. Bronchienschleimhaut. Herz kontrahiert, leer. Oligämia universalis. F. M. Hu., Ra. und Ti.: keine roten Bezirke. Fe.: herdweise und randständig rotes Mark i. mittl. $^{1}/_{3}$ d. Dia.; dazu erbsen- bis bohnengrosse Herde.

I. Anatomie.

I. Epiphysengrenzen.

Gelegentlich der Erforschung des Längenwachstums der Röhrenknochen haben sich Wolf (1869, 1870 und 1874), Volkmann (1870), Bidder (1875 und 1878), Maas (1877), Helferich (1878), Vogt (1878), Zschokke (1892) und Ussow (1901/02) mit jenen Grenzbezirken zwischen dem Mittelstück und den Endstücken beschäftigt, die bei jugendlichen Individuen durch eine intermediär eingeschobene Knorpelschicht, den Fugenknorpel, charakterisiert sind. Trotz mancherlei Widerstreit der Meinungen dürfte seine Bedeutung für das Längenwachstum (Bidder, Helferich, Vogt) und Anpassungsvorgänge der inneren Architektur an äussere Vorgänge (Zschokke) als bewiesen gelten. Zu dieser Aufgabe wird die Epiphysengrenze dadurch befähigt, dass die Gefässverhältnisse in ihrem Gebiet wachstumsbegünstigende sind und verschieden lange bleiben, je nachdem die Art. nutritia ihr zu- oder von ihr abgewendet in das Knocheninnere eindringt. Im Gegensatze zu Ussow (1901/02), der „bei allen Haussäugetieren zuerst die unteren Epiphysen verwachsen" lässt, muss ich mich zu Stickers (1887) Ansicht bekennen, der „jene Epiphyse, gegen welche die in die Markhöhle eindringende Art. nutritia gerichtet ist, früher als die andere" verschmelzen sah. Dadurch [1]) werden wir wiederholt auf Besonderheiten in dem Grenzgebiet zwischen Mittel- und Endstücken hingewiesen.

Die proximale Epiphysengrenze im Humerus bleibt am längsten bestehen, und zwar zunächst bis zum Alter von ca. drei Jahren meist noch knorpelig (vgl. Fall 18 zweitägig, F. 29 dreijährig, F. 64 3½ j., F. 68 einj., Fall 94 dreij.). Als deutliche, lebhaft rote, saftige Grenzlinie finden wir sie unregelmässig erhalten bei vierjährigen Pferden (vgl. Fall V, 10, 20, 34, 36, 72, 83, 88). Eine schwache, noch deutliche Grenze sahen wir bei einigen fünf-, sechs- und siebenjährigen, bei einem achtj. und sogar bei einem 12- bis 13jährigen Pferd (vgl. Fall 44 fünfj., F. 59 siebenj., F. 70 fünfj., F. 74 siebenj., F. 78 achtj., F. 81 siebenj., F. 89 5½j., F. 92 siebenj., F. 96 fünfj., F. 97 12- bis 13jährig).

Unter den vierjährigen Pferden fand sich nur eine Ausnahme vor: Fall 56, wo die Andeutung einer Epiphysenfuge fehlte. Von diesem Alter an nimmt die Zahl der fugenfreien Humeri zu, indem unter den sieben fünfjährigen Pferden nur drei noch die Fuge, und von den zehn Pferden, welche das sechste Lebensjahr noch nicht

[1]) Diese einleitenden Notizen sind nachträglich aus meiner Mitteilung in Virchows Archiv (208. Band, 1912, S. 398) übernommen worden.

erreicht haben, sechs Tiere keine Grenzlinien mehr aufweisen; während unter den acht sechsjährigen Pferden sich endlich kein einziges befindet, dessen proximale Epiphysengrenze auf der sagittalen Schnittfläche des Humerus noch festzustellen wäre. Um so verwunderlicher ist die verhältnismässig grosse Anzahl siebenjähriger Pferde (vier unter zwölf), die noch eine deutliche Grenzlinie zwischen proximaler Epi- und Diaphyse im Oberarmknochen anzeigen. Dass endlich von den 14 achtjährigen und den sieben 13- und 14jährigen Pferden zwei Fälle mit markanter Epiphysenfuge zu finden waren, spricht für eine Prädilektion zu Blutröte in jener Zone. Die Rasse hat keinen wesentlichen Einfluss auf diese Erscheinung. Vielmehr, glaube ich, haben der Gebrauch und die Lebensweise des Individuums einen modifizierenden, das Verschwinden der Grenzen protrahierenden Einfluss.



Fig. 1. Fig. 2.

Epiphysenfugen und Markhöhle des Femur. des Humerus.

Nächst der proximalen Epiphysenfuge des Oberarmbeins sind es die distale des Oberschenkelbeins und etwa gleichermassen die proximalen und die distalen des Schienbeins u. der Speiche, welche ziemlich spät verschwinden. Bei den vorerwähnten 23 Fällen gestalteten sich die Verhältnisse folgendermassen: Die Pferde der ersten Gruppe (zweitägig bis 3½jährig) zeigen sämtlich noch die distale Femur- und die proximale und distale Tibia- und Radiusepiphysenfuge.

Fall	Alter	Femur	Tibia	Radius
18	2 Tage	alle etwa 2 mm breit und knorpelig		
[illegible]	1 Jahr	knorpelig in allen Knochen (auch prox.)		
29	3 Jahre	distal erhalten	je schwach vorhanden	
[illegible]	3 „	distal erhalten	prox. deutlicher als dist.	dist. deutlicher als prox.
[illegible]	3½ Jahre	distal erhalten	deutlich erhalten	dist. mehr als prox.

In der Tibia tritt aber die proximale, im Radius die distale besser als die andere Grenze hervor, d. h. verschwindet später.

Dies erhellt die Zusammenstellung über die vier und mehr Jahre alten Pferde:

Fall	Alter in Jahren	Femur	Tibia	Radius
V	4	distale als Schein	-	
10	4	—		
20	4¼	-		--
34	4	—	-	Andeutung der Grenzen
36	3½—4	--	—	
72	4½	—	--	—
83	4	proximale als rote Linie		distale linear
88	4	—	—	prox. u. dist. Grenze!
44	5	proximale angedeutet	--	—
70	5	—	—	—
96	5	dist. u. prox. geringer	—	—
89	5½	dist. erhalten	prox. besser als dist.	prox. noch deutlich
59	7	--	proximale noch deutlich	
74	7	—	-	—
81	7	—	--	—
92	7	distale als rote Linie	dto. proximale	dto. distale
78	8	—	--	—
97	12—13	distale als rote Linie	—	—

Wenn nun Sticker beim Femur die obere, bei Humerus und Tibia die untere Grenze früher verschwinden lässt, so hat er damit im allgemeinen auch nach meinen Befunden recht. Allerdings sah ich zweimal unter 23 Fällen nur noch proximal schwache Andeutungen der Grenzlinie (Fall 83 und 44) im Oberschenkelknochen; fünf- bezw. zehnmal war aber die distale Fuge allein oder mindestens deutlicher als jene gezeichnet. Bei der Tibia fand ich keine Ausnahme: die proximale Fuge liess sich viermal bezw. neunmal besser bezw. allein nachweisen. Im Radius besteht vielleicht das Prinzip der Erhaltung mehr für die distale Fugenlinie, wie aus der stärkeren Betonung derselben (bei Fall 34, 64, 68, 88, 94) oder der alleinigen Andeutung (bei Fall 83 und 92) wohl geschlossen werden kann (Ausnahmen wären Fall 59 und 89).

Dass unter meinen im ganzen zwölf siebenjährigen Pferden vier noch so viel Rot in dem Fugengewebe zeigen, wundert mich umsomehr, als die vier- und fünfjährigen Pferde sehr wenig, meist nur im Oberarm, Grenzandeutungen enthalten. Zieht man ferner noch die Verhältnisse in Fall 97 (12- bis 13jähriges Pferd) in Betracht, so kann man behaupten, dass bis zu einem gewissen Grade weniger

das Alter als vielmehr gewisse uns nicht bekannte Besonderheiten im Heranwachsen des Individuums für die Erscheinungen an den Epiphysengrenzen bestimmend sind, Umstände, welche speziell auf das Wachstum und die Festigung der Röhrenknochen Einfluss nehmen.

Krankheiten messe ich bezüglich der Epiphysenfugen keine Bedeutung zu, da ja die an sich mögliche, sympathische Bildung roter Markzonen nicht gerade die strenge und schmale Form der Fuge einhalten würde.

2. Gallertmark.

Meine Befunde von Gallertmark untersuche ich darauf, ob das Alter einen wesentlich bestimmenden Einfluss auf seine Bildung hat, derart, dass, wie Skiba angibt, „beim normal gehaltenen Arbeitspferd in der Regel das Fettmark im 15. bis 16. Lebensjahr durch Gallertmark“ ersetzt“ sei. Unter 22 Pferden im Alter von 15 bis 24 Jahren (neun 15j., drei 16j., drei 17j., drei 18j., ein 20j., ein 23j. und zwei 24j.) hatten Gallertmark nur sieben Tiere, und zwar nicht die ältesten, sondern drei 15j. (Fall 23, 58, 80), zwei 16- bis 18j. (Fall 67 und 77) und zwei 18j. (Fall 16 und 19). Bei einem 15j. (Fall 23) und einem 16- bis 18j. (Fall 77) Pferd war der Prozess der gallertigen Umwandlung im Beginn.

Dagegen befanden sich unter den insgesamt 19 Fällen von Gallertmarkbildung zwölf Tiere in den „Kraftjahren“, also auf der theoretischen Höhe der Leistungsfähigkeit: ein sechsj. (Fall 75), zwei siebenj. (Fall 49 und 74), ein achtj. (Fall 76), drei neunj. (Fall IV, 71, 90), ein zehnj. (Fall 60), drei zwölfj. (Fall XII, 39, 43), ein 13j. (Fall 99). Im Alter von 6 bis 14 Jahren befinden sich 74 meiner Fälle, so dass das Verhältnis in den Kraftjahren 6:1, in den Altersjahren 3:1 wäre; d. h. unter sechs leistungsfähigen Pferden bezw. unter drei hochalterigen fand sich je ein Tier mit Gallertmarkbildung. Jünger als sechs Jahre war keines der mit Fettmarkatrophie ausgezeichneten Tiere.

Dieser Umstand und die sonstigen Verhältnisse der vorstehenden Fälle ruhren wohl noch von anderen Ursachen her, ich möchte sagen: „der“ Ursache zur gallertigen Atrophie des Marks: der „krankhaften Ernährungsstörung“. Durch eine vergleichsweise Zusammenstellung meiner Fälle nach dem Gesichtspunkt des Ernährungsstandes und in bezug auf Alter und Krankheit suchte ich darüber ins Klare zu kommen.

Vorausschicken muss ich bezüglich der Einschätzung des Ernährungszustandes, dass durch Krankheiten die Kadaver oft abgemagert erscheinen, während der Panniculus adiposus internus noch reichlich entwickelt ist: die Fettreserven werden zur Unterstützung der mangelhaften Chylifikation (vgl. Blechmann) herangezogen. Dies geschieht in der Regel zuerst mit dem Unterhautfett. Dann erst werden die Fett-

depots unter und in den serösen Häuten verwertet und manchmal gleichzeitig, meist aber nachher die Beschaffenheit des Fettes selbst sulzig.

Dementsprechend charakterisierte ich den Ernährungszustand solcher Pferde, deren reichlichstes Unterhautfett runde Körperformen schuf und deren Pleura und Peritonaeum an den meisten Stellen einem soliden Fett-Teppich glich, mit „sehr gut"; in der Regel finden sich bei diesen Fällen reichlichst die Appendices epiploicae. Ein „gut" war für solche, die ohne Übertreibungen im Fettansatz wohl genährt und namentlich mit verhältnismässiger Verteilung des Fettes befunden wurden. „Mässig" genährte Pferde zeigten wohl Fettansatz: in der Unterhaut, um die Nieren herum und zum Beispiel den Gefässen der Gekröse entlang, jedoch nicht jene mässigen, soliden, gleichmässig dicken Fetthäute der „sehr gut" und „gut" zensierten Tiere. Bei den „abgemagerten" („heruntergekommenen") Pferden vermissen wir die Verhältnismässigkeit in der Verteilung des Fettansatzes; oft verbunden mit sulzigem Schwund der erfahrungsgemäss zuerst zum Ersatz verwerteten Fettniederlagen. In der letztgenannten Gruppe fällt oft — unter Störung der gewöhnlichen Verteilungsgesetze — die eine oder andere Erscheinung „schlecht" genährter Pferde auf. Bei den als „schlecht" genährt bezeichneten Tieren passt die fast absolute Fettarmut in Unterhaut, Gekröse, Nierenüberzug, Rippenpleura, im Mittelfell und am Herzäusseren zu der saftig sulzigen Beschaffenheit des subepikardialen bei langsamem Fettschwund sich am längsten erhaltenden Fettpolsters. — Die hiemit gegebenen Stufen gelten in der Hauptsache für Schrittpferde schwerer und schwerster Schläge. Mit Änderung der Rasse, des Gebrauchs und Alters sind natürlich die Massstäbe zur Beurteilung andere, so dass z. B. ein Fettansatz, welcher einem mittleren oder leichten Trabpferd das Prädikat „gut" oder gar „sehr gut" verleiht, ein Pferd schwerster Rasse unter die „mässig"genährten Tiere verweisen würde.

Keines der 24 „sehr gut" genährten, 3½ bis 14 Jahre alten Pferde wies Zeichen von Gallertschwund auf, während unter den 46 „gut genährten", 3½ bis 20 Jahre alten Tieren ein 7- und ein 15jähriges beginnendes und ein achtjähriges Gallertmark in voller Ausbildung aufwies. Das siebenjährige Pferd (Fall 49) litt an beiderseitiger Lungenentzündung, die mit schweren Erscheinungen in Magen und Milz und vielen Blutungen verknüpft war. Und zwar zeigte nur das Femur, besonders im Höhlenmark, den gelatinösen Charakter. Da bei Fall 23, dem 15j. Pferd, eine ähnlich schwere Störung durch Sepsis aufgetreten war, musste, wie bei dem achtj. Pferd (Fall 76), welches eine ebenso folgenschwere Drehung der linken Colonlagen aufwies, der vorher offenbar „sehr gute" Ernährungszustand (alle drei Pferde waren Tiere schwersten Schlags und diese sind gewöhnlich sehr gut genährt) intensiv gestört sein. Noch weitergehend ward das 13jährige leichte Wagenpferd durch langdauernde, ausgedehnte septikämische Prozesse in seiner Chylifikation geschädigt, so dass die gallertige Atrophie des noch ziemlich fettigen Marks reichlich erklärt ist — auch bei noch „mässigem" Ernährungszustande. Das Alter mag aber hier schon eine (sekundäre) Rolle gespielt haben. Von den 17 „mässig genährten" Pferden war dieses das einzige mit Anzeichen gallertiger Atrophie.

Mit „heruntergekommenem“ Nährzustand registriere ich zwölf Pferde; fünf davon, also fast die Hälfte, wiesen Gallertmark auf. Das Alter dieser Tiere schwankt zwischen 7 (Fall 74) und 15 (Fall 58) Jahren: dazu zählten Fall 71 (acht- bis neunjährig), Fall XII und Fall 43 (je zwölfj.). Aus den Protokollen lässt sich mühelos eine Erklärung für ihre Gallertmarkbildung finden.

Für die übrigen zehn Fälle (unter 21) von „schlecht“ genährten Pferden wird diese Erklärung für Entstehung gallertigen Marks in noch höherem Masse gelten dürfen.

Wenn wir aber das Gallertmark nur unter pathologischen Verhältnissen (Geelmuyden) vorkommen lassen wollen, müssen wir durch Befunde an hochalterigen gesunden Tieren, bei denen Gallertmarkbildung fehlt, einen Beweis dafür erbringen. Dies kann durch eine Reihe von schnell tödlichen Unglücksfällen an sich gesunder Pferde geschehen, welche sämtlich Fettmark besitzen:

Fall	Ernährungs-zustand	Alter in Jahren	Unglücksfall
10	sehr gut	3½—4	Bruch des zweiten Halswirbels
15	schlecht	23	Schädelbruch
41	gut	18—20	dto.
51	schlecht	24	Verblutung infolge Berstung des Aneurysma der Art. bronch.
73	herunter-gekommen	10	Vierfache Rippenbrüche und Verblutung
77	schlecht	16—18	Getötetes Anatomiepferd.
79	gut	11	Verblutung in den rechten Schenkelmuskeln
98	mässig	13	Lendenwirbelbruch
101	gut	11	Beckenbruch mit Verblutung
107	-	12	dto.
108	mässig	12	Mehrfache Rippenbrüche mit Verblutung.

Wären aber das Alter und der Ernährungszustand allein für die Bildung von Gallertmark massgebend, so müsste doch mindestens bei den schlecht genährten, 16- bis 24jährigen gesunden Pferden eine gelatinöse Beschaffenheit, ein Schwund des Fettes im Mark zu treffen gewesen sein! Bei den anderen (10-, 11-, 12- und 13jährigen) Pferden war ja keine Fettmarkveränderung zu erwarten!

Ich halte mich deshalb zu dem Schlusse berechtigt, dass auch beim Pferde die Gallertmarkbildung eine pathologische Erscheinung sei und zwar nur bei schweren Organschädigungen und Blutveränderungen (Dissolution) auftrete, welche hinwiederum ihrerseits eine durchgreifende, hemmende Beeinflussung der Chylifikation verursachen. Das Alter spielt eine sekundäre Rolle insofern, als das hohe Alter mit seinem an sich schon verlangsamten Stoffwechsel begünstigend auf das Zustandekommen der gallertigen

Atrophie wirkt. Die Konstitution des Tieres (ob Kaltblüter, ob Warmblüter) mag insofern eine Einwirkung auf die Markbeschaffenheit haben, als sehr alte Tiere leichter Schläge (Trabpferde) bei zehrenden Krankheiten eher eine Disposition zur gallertigen Veränderung geben, da ihr Reservematerial an Fett sowieso zeitlebens geringer bleibt als das der schwammig gebauten Schrittpferde kaltblütiger Schläge.

3. Ernährungsgefässe.

Meine Bemühungen, über den Verlauf der Ernährungsgefässe mehr Aufschlüsse zu erhalten, als bei der üblichen Besichtigung und Zerlegung meines Materials sich ersehen liess, scheiterten an Schwierigkeiten äusserer Art: Frisch ausnützbare Fälle waren selten und fielen meist so ungeschickt, dass ich nach einigen missglückten Injektionsversuchen und speziellen Präparationsexperimenten meinen Plan aufgab und mich jetzt in der Hauptsache auf das in der Literatur hierüber vorhandene, bestätigend, beschränken muss.

4. Schnittflächenbilder.

Ehe ich auf die Verteilung des Rot in seinen verschiedenen Nuancen, wie wir es auf den Sägeflächen besonders des Femur und meist auch des Humerus antreffen, näher eingehe, weise ich darauf hin, dass ich des öfteren Versuche darüber anstellte, ob mechanisch-physikalische Einflüsse auf die Markbilder nach dem Tode möglich sind: Unter verschiedenen Temperaturverhältnissen und in verschiedenen Zeitabständen nach dem Tode stellte ich die grossen Röhrenknochen in den verschiedensten Lagen uneröffnet auf; an den zur Kontrolle wie gewöhnlich behandelten Knochen desselben Tieres konnte ich abnehmen, dass die postmortalen Veränderungen meiner Untersuchungsobjekte auffallend geringfügig sind, dass eine Hypostase sich nie bemerkbar machte, dass endlich die Fäulnis des sonstigen Tierkörpers sich verhältnismässig sehr wenig und spät ins Mark der Röhrenknochen hineinzieht. Wir dürfen also erwarten, dass die im Nachstehenden zu besprechenden Bilder der Sägeflächen im grossen Ganzen tatsächliche Verhältnisse im lebenden Tiere wiedergeben.

5. Rote Markbezirke in den Epiphysen.

Nachdem besonders Sticker auf die Befunde von roten Markherden in der spongiösen Substanz der grossen Röhrenknochen hingewiesen und dabei die Epiphysen[1]) mit einbegriffen hat, erscheint es bemerkenswert, dass meine Befunde an Blutröten in den Epiphysen selten waren. Mit der Einhaltung einer Fugengrenze bei den im Schema noch zu zeigenden roten Markresten in der Diaphyse geht die Reinheit des Fettmark- bezw. Gallertmarkbilds der sagittalen Epiphysenflächen einher.

[1]) Man erinnere sich nur an die grosse Bedeutung, welche Sticker dem Caput femoris zumisst, und an Skibas Ausführungen.

Unter den im ganzen 103 bildlich festgehaltenen Fällen, die ich zu den folgenden Aufstellungen benütze, befinden sich Aquarellgemälde von drei Fällen (Nr. IV, V und 23), Photographien von 12 Fällen (VI. IX, X, XII, 1, 4, 5, 12, 13, 14, 15, 19), ferner topographisch genaue Skizzen von 48 Fällen (3, 6, 7 usw. bis 68, exkl. I, II, III, VII, VIII, XI, 2, 16, 18, 25, 42, 43, 52, 53, 54, 64, 66). Die Fälle 68 bis 108 sind endlich sämtlich in schematischen Schnittflächenbildern des Femur und Humerus festgelegt worden.

Meinem Verfahren gemäss sah ich in der Regel nur die Mittelebene der Knochen.

In 4 Fällen (XII, 85, 86, 94) nahm ich eine scheibenförmige Aufblätterung des Caput femoris und der Trochanteren vor.

Um mit einiger Sicherheit die Lokalisierung der umschriebenen „Blutröten" — oder (nach Skiba) der „Herde roten, lymphoiden Markes" — nach der Hinsicht, ob innerhalb oder ausserhalb der Epi- bezw. Diaphyse gelegen, vornehmen zu können, legte ich für die sagittalen Schnittflächen des Femur und Humerus auf Grund der jugendlichen Fälle zunächst ihre Grenzen fest (vgl. Figg. 1 und 2).

Die proximale Epiphyse des Femur: Fall 85 bot auf den 3 bis 5 mm dicken Sägescheiben fleckige, hellrote Bezirke, allgemeine Hyperämie und (wegwischbare) schwarzrote Stippchen (Gefässdurchschnitte), in Anordnung und Grad der Ausbildung dem sonstigen Diaphysenbild entsprechend, so dass dem kaudalen Rand entlang in der proximalen Epiphyse ein schmaler, blutroter Markstreifen sich hinzog. In Fall 86 lässt das Caput femoris von der Mitte aus nach der medialen Seite hin abnehmende Blutröte erkennen, die vom dorsalen und vorderen Knochenrand immer mehr abrückt und schliesslich ventro-kaudal (in dem proximalen Endstück) als Rest bleibt. Bei Fall 94 machte ich dazu die Beobachtung, dass im Trochanter die fleckig-blutige Röte der Knochenscheiben besonders an der proximalen Spitze stark ausgeprägt war; ähnlichen Befund gaben Fall XII und 4, wo in der Spongiosa des Trochanter maior eine zirka zwei Markstück grosse Blutröte sich abzeichnete.

Die Blutröten in der proximalen Epiphyse des Femur (bei insgesamt 19 Fällen) demonstrieren, dass rote Markbezirke in diesem Teil keine Seltenheit, aber auch kein regelmässiges Vorkommen bedeuten. Wenn unter den 19 Fällen (IX, XI, XII, 3, 4, 5, 10, 14, 16, 19, 22, 29, 30, 36, 38, 41, 67, 77, 85) zwei Unglücksfälle (10 und 11) einbegriffen sind, bei deren jähem Verlauf an krankhafte Veränderungen im Mark der Röhrenknochen nicht zu denken ist, so wird die Erscheinung von roten Markbezirken in der proximalen Femurepiphyse an sich nichts Pathologisches sein; wenn freilich auch der Grad der Ausbildung mit etwaigen Krankheitsvorgängen im Körper wohl in Zusammenhang gebracht werden könnte; dies aber natürlich nur insoweit, als der vermehrte Verbrauch der Blutbestandteile eine gesteigerte Bildung derselben beansprucht.

An zweiter Stelle wäre bezüglich des Vorkommens roter Markpartien die proximale Epiphyse des Humerus zu nennen: 7 Fälle von durchweg schweren Krankheiten (Fall IX, XI, 5, 16, 74, 75, 85), unter denen Fall 74 und 75 aber ein reines Sägeflächenbild der prox.

Femurepiphysen aufwiesen, während die übrigen fünf zugleich auch dort blutrote Markherde zeigten. Fall 74 und 75 sind auch noch in anderer Beziehung interessant; indem jener, eine besonders schwere Form gangränöser Pneumonie mit Pleuritis darstellend, zugleich auch in der distalen Epiphyse des Humerus (als einziger unter 103 Fällen!) und in der prox. Epiphyse der Tibia fleckige Blutröten zeigte und im Fall 75 (schwere eitrige Peritonitis) noch neben der prox. Epiphyse des Humerus die distale des Femur, die prox. der Tibia und (als einziger unter 103 Fällen!) die distale Epiphyse des Radius in dem genannten Sinn gezeichnet war. Die proximale Epiphyse der Tibia liess viermal rote Bezirke erkennen: in Fall 16, 74, 75, 77. Der erste Fall betrifft ein Anatomiepferd, welches wegen Marasmus senilis und Melanomatosis getötet wurde; Fall 74 und 77 hatten Lungenbrand und Fall 75 eine durch Mastdarmperforation verursachte eitrig-jauchige Bauchfellentzündung. Dreimal sah ich blutrote Markherdchen in der distalen Femurepiphyse. Ausser dem Fall 75 noch in einem Fall (19) von Auszehrung und schlagartigem Tod (durch Embolie?) bei weitestgehender Thrombose und einem Fall von Pneumonia gangränosa mit Pleuritis (Fall 16).

Wenn auch die Stufenleiter der Epiphysenbilder wohl kaum einen bündigen Schluss etwa hinsichtlich einer Reihenfolge in der Inanspruchnahme des Epiphysenmarks zur Blutbildung gestattet, so regen die Befunde doch mindestens zu weiteren Forschungen in dieser Richtung an. Jedenfalls ist dem oberen Ansatzstück des Oberschenkelknochens eine funktionelle Beteiligung an den Knochenmarkleistungen nicht abzusprechen, indem es vielleicht während des ganzen Lebens diesem Zweck erhalten bleiben kann oder zuerst bei Bedarf zur Leistung herangezogen wird. Die bis jetzt nur für die Epiphysen der grossen Röhrenknochen des Pferdes besprochenen roten Markbezirke bewegen sich in den verschiedensten Farbentönen. Immer zeichnen sie sich scharf, oft unregelmässig gestaltet, von dem „Grundmark“ ab, welches ein gelbes oder rötlichgelbes (hyperämisches) Fettmark oder auch gallertig-fettiges oder reines Gallertmark sein kann. Die Beschaffenheit dieses „Grundmarks“, wie ich das im jeweiligen Fall allen Röhrenknochen gemeinsam charakteristische Mark nennen möchte, kann erst bei der Besprechung der Markbilder vom Standpunkt der Krankheitsgruppierung aus eingehendere Beachtung und Beurteilung finden.

6. Rote Markbezirke in der Diaphyse.

Noch mehr Interesse als die Markverhältnisse der Epiphysen heischen die Diaphysen. Ergab sich doch, dass von allen 120 Fällen

kein einziger eine „reine Grundmarkfläche“ des Femur bot und von 120 Oberarmknochen nur 18 reines Fettmark bezw. Gallertmark (Fall 43) enthielten! Und zwar befanden sich unter den „reinen“ Humerusbildern absolut nicht alle, sondern nur drei der elf „normalen“ Fälle, während schwere Krankheitsfälle in ihrer Zahl erscheinen. Es handelt sich um die Fälle Nr. 8, 21, 22, 24, 25, 40, 41, 42, 43, 52, 55, 57, 59, 62, 65, 97, 107, 108.

Wenn man die Reinheit des Bildes als eine ausnahmsweise gründliche, weitgehende Rückbildung des lymphoiden Marks, als solche Verwandlung in Fettmark auffasst, welche mit dem Alter zunimmt und durch den Grad der Bedürfnisse des Körpers an Blutbestandteilen bestimmt wird, so müssten wir unter den 18 Fällen Pferde höheren Alters mit nur leichteren Krankheiten von kurzer Dauer finden. Ferner möchte dann wohl auch das Femurbild entsprechend geringe Reste roten Marks aufweisen. Ob auf die zu diskutierende Erscheinung im Humerus die Jahreszeit und der Gebrauchszweck einen wesentlichen Einfluss haben, soll hier nur gefragt sein. Jedenfalls erlaube ich mir nicht, aus meinen Protokollen solche Schlüsse zu ziehen; z. B. aus dem Umstand, dass unter den 18 Fällen sechs Pferde Halbblut, sieben mittelschweren und nur fünf schweren Schlags waren, und dass während der Zeit vom 19. Februar bis 26. Oktober 1908 unter den mehr als 30 Obduktionen von Pferden verschiedensten Alters und Krankheitsbildes kein einziger Fall von „reinem Grundmark in Humerus“ vorkam; dass endlich die Krankheitsgruppen von Volvulus, Lungenbrand, traumatischer Peritonitis und Siechtum keinen Vertreter stellten und dass nur vier Pferde unter zehn Jahren alt waren.

Einigermassen kann man ja die 14 zwischen 10 und 20 Jahre alten Pferde für ein vorwiegendes Auftreten rotfreien Humerusmarks in höherem Alter in Anspruch nehmen und auf den geringen Grad der Krankheiten bezüglich der angedeuteten Inanspruchnahme der Knochenmarkstätigkeit hinweisen. Es möchten hier wohl die vorhandenen funktionellen Markgebiete zur Deckung des Bedarfs genügt haben.

Die, wie erwähnt, in jedem Fall rot gezeichneten Femurflächen bespreche ich deshalb anschliessend, weil sie doch bei den genannten 18 Fällen die alleinigen Vertreter roten Marks in den Röhrenknochen darstellen und, wie es sich im Laufe meiner Untersuchungen immer mehr zeigte, die Anordnung, Sitz und Grösse der Herde eine gewisse Ordnung einhalten und so dazu herausforderten, nach einer gewissen Gesetzmässigkeit und den Gründen hiefür zu forschen. In erster Linie schliessen sich die blutroten, rotgrauen und schwarzroten, auch

in der Konsistenz wechselvollen Herde an gewisse Verhältnisse der Blutgefässbahnen an. Sie pflegen dort aufzutreten, wo die zirkulatorischen Verhältnisse recht ruhig, wo es der wandungslosen Blutbahnen sehr viele sind, wo die Auffaserung der Gefässe die feinste und reichlichste ist. Das ist eben einmal an der Verschmelzungsgrenze von Epi- und Diaphysen der Fall, zum andern peripher, nächst der Compacta, wo nicht bloss die Aufzweigung der axialen Hauptgefässe am weitesten geht, sondern diese Endbahnen unter sich und mit den Gefässen, die von der Beinhaut durch die Havers'schen Kanälchen hereinkommen, anastomosieren. So mag man es verstehen, dass einmal die zirkulationsschwache Spongiosa des proximalen Diaphysendrittels des Femur entweder in ihrer ganzen Breite oder in unregelmässigen grossen Herden oder peripher lymphoides Mark und oft auch das Höhlenmark einen roten Markmantel von wechselnder Stärke aufweist. Und zwar springt der Herd roten Marks erfahrungsgemäss besonders gegenüber der Stelle weit in die Höhle vor, wo die Art. nutritia einmündet.

Wir werden also beim Oberschenkel ein regelmässig bedeutendes Vorspringen des roten Markbezirks von der kranialen Fläche nach innen zu, in halber Höhe des Knochens, finden müssen, während der kaudale Rand- bezw. Mantelflächenanteil regelmässig im Verhältnis zu jenem geringere Ausdehnung zeigt. Dazu kommen noch m. o. w. vollständig isolierte Bezirke roten Marks. Dass auch ausser den zirkulatorischen Gründen[1]) noch mechanische Verhältnisse einen wesentlich bestimmenden Einfluss auf die Lokalisation der roten Markherde hätten, ist wohl kaum anzunehmen, obwohl ja auch der statische Mechanismus an den Epiphysengrenzen stets ein verschiedener ist gegenüber der Diaphysenmitte (Zschokke 1891).

Ganz unabhängig von den sonstigen Umständen des Falles (Alter, Ernährung, anatomische Diagnose, Dauer der Krankheit usw.) habe ich für Femur und Humerus je zwei schematische Bilder auf Grund der je 103 Knochenbilder hergestellt, welche auf dem sagittalen Mittenschnitt in der Hauptsache drei Typen darbieten.

a) Rote Markbezirke im Femur:

I. Die erste Klasse umfasst solche Flächenbilder, auf denen nicht einmal die Spongiosa des proximalen Diaphysendrittels in ihrer ganzen Breite blutrot ist und wo die „randläufigen" („peripher" im Zylinder) Partien schmal und auf die Spongiosa des Mittelstücks beschränkt bleiben: geringe und geringste Ausdehnung.

II. Ein höherer, sozusagen „mittlerer" Grad von Ausdehnung, der übrigens die meisten Fälle umfasst, begreift die ganze Masse der proximalen Diaphysen-Spongiosa

[1]) Als „mechanische" Verhältnisse von mehr als zweifelhafter Existenz bezeichne ich die von Sticker beregten Einflüsse der Schenkelmuskelkontraktionen auf das Markbild (A. cruralis).

in die Blutröte und lässt auch die Markhöhle selbst nicht frei davon, sondern je von der Peripherie her, kranial stets mehr ausgedehnt als gegenüber, springen die roten Bezirke gegen das mit „Grundmark“ gefüllte Höhleninnere vor, von jenem durch Grenzlinien und durch mannigfache Farben- und Konsistenzunterschiede sich abhebend.

III. Zu dem dritten Typus werden endlich diejenigen Flächenbilder gezählt, welche ausser den Charakteristika für Gruppe I oder II noch irgendwelche isolierte, umschriebene Blutröten im Höhlen- und Spongiosamark des mittleren oder gar noch distalen Diaphysendrittels aufweisen. Und zwar umfasst Gruppe IIIa Fälle mit sonst „geringster, roter Markausdehnung“ (wie Gruppe I); IIIb Fälle mit sonst „mittlerer“ Ausdehnung der roten Markbezirke; endlich IIIc solche Flächenbilder, bei denen die roten Partien ganz besonders grosse Ausdehnung besitzen.

Bei dieser Einteilung kommt der Charakter des Grundmarks (d. h. ob Fett- oder Gallertmark oder deren Zwischenstufen und Übergänge) nicht in Betracht. Es sollen auch zunächst irgendwelche Vergleiche mit der todesursächlichen Krankheit absichtlich noch nicht gezogen, vielmehr solche erst nach der histologischen Prüfung der blutig-roten usw. Markherde angestellt werden. Dazu gibt uns die Einsicht in die Literatur und die Tatsache ein Recht, dass wir auch unsere „normalen“ Fälle zum Teil von nicht unerheblichen Herden roten Marks durchsetzt finden; während andererseits eine sehr grosse Anzahl „pathologischer“ Fälle viel geringere Ausdehnung der besprochenen Erscheinungen zur Anschauung bringt und dadurch den Gedanken aufdrängt, dass wir es bei den verschieden dunkelroten, mit grau und schwarz nuancierten Markpartien trotz ihrer unterschiedlichen Konsistenz und der Mannigfaltigkeit ihres Auftretens dennoch mit normalen Erscheinungen zu tun haben. Wenn diese Vermutung sich bestätigt, kann man mit Fug und Recht von einer grossen Unempfindlichkeit, von einer ungewöhnlich geringen Mitbeteiligung des Marks der Röhrenknochen bei den verschiedensten Krankheiten der Pferde sprechen. Andererseits müssen wir darauf ausgehen, den Zusammenhang zwischen Knochenmarksbild und gesundem Lebensgang zu detaillieren und die Reaktionsgrenze des Marks der Röhrenknochen auf allgemeine Krankheitszustände des Tierkörpers zu finden.

Die nachstehenden schematischen Skizzen geben die aus Fall I bis XII und 1 bis 68 (Figur 3) und die aus den Fällen 69 bis 108 (Figur 4) gewonnenen Erfahrungen wieder.

Diese Schemata zeigen dazu die Grösse der Markhöhlen an; und zwar besteht im einzelnen kein wesentlicher Unterschied der Markhöhlen nach Form oder Grösse. Allerdings fiel bei manchen älteren (8- bis 15jährigen) Pferden die grosse Ausdehnung besonders des proximalen Schwammgerüsts der Femurdiaphyse bis in ihr mittleres Drittel hinein auf, ohne dass jedoch diese Erscheinung konstant an das Lebensalter geknüpft gewesen wäre; vielmehr sah ich sie auch bei vier- bis siebenjährigen Tieren und konnte andererseits die Klasse der hochaltrigen Pferde nicht mit den kleinsten zentralen Höhlen begabt finden. So muss ich auch bezüglich der Markhöhlenbildung in erster Linie die Lebensumstände des Individuums verantwortlich machen (vgl. das beim Humerus über „Markhöhlenbildung“ Gesagte!)

Reihen wir unsere 18 bezw 14[1]) besonderen Fälle in die schematische Ordnung ein, so gehören in die I. Gruppe Fall 22 und 108; II. Gruppe Fall 55, 62, 21, 40, 65, 107; III. Gruppe a) mit

[1]) Von Fall 25, 42, 43 und 52 fehlen mir nämlich Skizzenbilder!

sonst geringster Ausdehnung: Fall 8, 24, 41, 59, 97; b) mit sonst mittlerer Ausdehnung: Fall 57; für c) fehlt uns ein Vertreter.

Fall 22 und 108 stehen in mittlerem Alter (neun bis zehn bezw. zwölf Jahre) und letzterer (Unglücksfall) lässt gar keine, ersterer (sehr akut verlaufener Fall) kaum Spuren des Allgemeinzustands im Markbefund vermuten.

Die Pferde der II. Gruppe sind achtjährig (55), zehnjährig und elfjährig (21 und 62), zwölfjährig (107) und 14jährig (40); wir finden also auch bei diesen Fällen kein Pferd von jugendlichem oder hohem Alter. Was ferner die todesursächlichen und die übrigen Krankheitsmomente anbetrifft, so haben wir hier (ausser Fall 107, „Beckenbruch") Fälle von Brustseuche (40 und 62), Starrkrampf (21) und Achsendrehung (55), ferner von Septikämie infolge Wundinfektion mit Pneumonie (Fall 65), der noch dadurch auffällt, dass in der Spongiosa des proximalen Diaphysendrittels nur zwei kleine rote Markinseln zu sehen sind, während allerdings, besonders die kraniale, randständige rote Markpartie des mittleren Diaphysendrittels erheblich in die Markhöhle vorspringt.



Fig. 3. Fig. 4.

Gruppe I ——— —
u. · ·
„ II ------
u. —·—·—·—
Gruppe III a) —
„ b) ------
„ c) -·-·-·-·-

Und solche schweren Krankheitsfälle lassen nur „gewöhnliche" Femurflächenbilder abnehmen und erwiesen sich dazu noch im Grundmarkbild des Humerus als rein!

An der III. Gruppe beteiligen sich endlich die rotfreien Humerusfälle wie folgt: bei der Abteilung a) mit einem 7jährigen (59), zwei 13j. (24 und 97), einem 17j. (8) und einem 20j. (41) Pferd. Unter diesen befindet sich ein normaler Fall (41); die übrigen starben an mehr oder weniger schweren Krankheiten. Bei Fall 24 ist der „rotfreie" Humerus besonders bemerkenswert.

Auch aus diesen Fällen dürfte wieder ein ins Allgemeine schlussfähiger Zusammenhang zwischen Alter, Krankheit bezw. Todesursache einerseits und Markbild anderseits nicht herzustellen sein. Insbesondere bringt uns das 7j. Pferd (59) durch die auffallend geringe Ausdehnung des Rot auf der Sägefläche die Überraschung, dass in dieser Jugend schon und bei den schweren allgemeinen Folgen seines Leidens in den grossen Röhrenknochen so geringe rote Markbezirke sich fanden. Hierin fällt das 6j. Pferd (57), als einziger Vertreter der Abteilung III b noch mehr auf.

Die Fälle der Gruppe III berechtigen meines Erachtens sämtlich zu dem Schluss, dass die in der Diaphyse des Femur, speziell in deren mittlerem und unterem Drittel, auf dem medianen Flächenbild

isoliert und scharf umschrieben in verschiedenen Farben- und Konsistenznuancen vorkommenden roten Markbezirke, gleichviel ob sie in der Spongiosa oder in der zentralen Markhöhle sich finden, den übrigen umschriebenen Blutröten gleich zu deuten sind, also, wie diese (Gruppe I und II), weder als etwas an sich Krankhaftes, noch als in direktem, regelrechtem Zusammenhang mit Alter oder Grundleiden befindlich angesprochen werden dürfen.

Wenn wir uns daher im folgenden dem Gros der zur Untersuchung stehenden Fälle bezüglich deren Auswertung zu normalanatomischen Studien jetzt mit sachlich begründetem Recht zuwenden, ist dies aus dem Vorstehenden verständlich. Dort bot nur das Oberschenkelmark blutrote umschriebene Bezirke, die Fläche des Humerus und der übrigen Röhrenknochen hatten aber ein reines „Grundmark“bild.

Bei 89 Fällen sind ausser im Oberschenkelmark regelmässig auch in dem Innern des Oberarmknochens und manchmal noch des einen oder beider distal folgenden Knochen (Tibia und Radius) umschriebene blutrote Partien (in der Diaphyse). Die Fälle mit gallertigem Grundmark werden gleich denen mit fettigem Grundmark behandelt.

Zunächst eine Gruppierung der 89 Fälle nach den oben aufgestellten Typen[1]): Gruppe I 9 Fälle: Fall 7, 12, 13, 69, 78, **80**, 87, **99**, 94; Gruppe II 56 Fälle: Fall 1, 3, 4, 5, 6, 9, 14, ***15***, 17, **19**, 20, **23**, 27, 28, 29, 32, 35, 37, **39**, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 56, **58**, **60**, 61, 63, 68 und **IV**, V, X, **XII**: ferner Fall 70, 72, ***73***, **74**, **75**, **76**, 82, 83, 84, 86, 88, **90**, 91, 92, 93, 95, 96, ***98***, 102, 103, 104. Gruppe III a) 4 Fälle: Fall VI, 26, ***51***, 85; b) 16 Fälle: IX, ***10***, 30, 31, 33, 38, 48, **67**, **71**, **77**, ***79***, 81, 89, ***101***, 105, 106; c) 4 Fälle: Fall 11, 34, 36, 100.

Aus dieser Aufstellung wird deutlich, dass Fälle mit Gallertmark und plötzliche Todesfälle nur eigentlich in Gruppe III (a und) c fehlen, dass ferner in Gruppe I kein einziger „normaler“ Fall einzureihen war, dass aber die Gallertmarkbilder von Fall 80 und 99 sich in dieser Gruppe unterbringen liessen. Dass die Gruppe II die meisten Fälle umfasst, liess sich schon aus den Aufstellungen der 14 Sonderfälle vermuten; nicht aber, dass die meisten Gallertmarkbilder (12 von 17) hier herein fallen, und dass die Gruppe III b nur 3, die Gruppe III c endlich gar keinen Fall von Gallertmark enthält. Und doch ist die Bildung von Gallertmark eine krankhafte Erscheinung. So wäre denn evident, dass die Ausdehnung der roten Markbezirke selbst bei schweren Allgemeinschädigungen trophischer Vorgänge im Körper des Pferdes nicht gesteigert wird. Andererseits spricht das Auftreten der „normalen“ Markbilder in Gruppe II und III b dafür,

[1]) Fette Ziffer bedeutet Gallertmark.
„ Kursivziffer bedeutet Unglücksfall.

dass Krankheit und Alter kaum etwas mit diesen morphologischen Erscheinungen zu tun haben. Hiedurch soll aber nicht in Abrede gestellt sein, dass die zellige Grundlage der roten Markbezirke im einzelnen veränderte Verhältnisse biete.

Die Altersverhältnisse der Pferde besagen so wenig wie ihre Obduktionsbefunde, dass etwa an ein hohes Alter eine geringere Ausdehnung der roten Markbezirke oder an eine schwere, blutzerstörende, länger währende Krankheit eine besondere Grösse derselben geknüpft wäre. Solchen Aufstellungen widerspräche z. B. Fall 94 in Gruppe I: besonders geringe Ausdehnung der Bezirke bei jugendlichem Alter und bei schwerster septikämischer Erkrankung von längerer Dauer. Andererseits zeigt Fall 100 — in Gruppe IIIc — bei 16 Lebensjahren und kurzem Verlauf der tödlichen Krankheit die grösste Blutröte.

Gruppe I enthält Tiere von 3 (Fall 94), 7 (13), 8 (12 und 78), 12 (87), 13 (99), 15 (7) und (80) und 16 (69) Jahren, also etwa die Hälfte in den vollkräftigen und keinen einzigen Fall in den höchsten Lebensjahren. Keiner meiner sog. normalen Fälle war hier unterzubringen. An Krankheiten findet man zwei Grimmdarmdrehungen (Fall 12 und 13), einen Volvulus (69), einen Tetaniker mit Pneumonie (78), ein wegen chronischer Leiden getötes Pferd (80) und vier mehr oder weniger schwere Fälle von Blutvergiftung (7, 87, 94, 99). — In Gruppe II finden wir fast alle Altersstufen vertreten. 40 Fälle waren 10 Jahre alt und jünger; die übrigen 16 Fälle gehören ins 12. bis 24. Lebensjahr. Unter diesen scheint mir bezüglich des hohen Alters besonders Fall 15 bemerkenswert; hier ist bei einem „normalen" Fall eine ziemliche Ausdehnung des roten Marks vorhanden; auch Fall 98, ein 13j. verunglücktes Pferd, ist in demselben Sinne zu bewerten.

Dass die Gallertmarkfälle mit 12 Exemplaren in Gruppe II vertreten sind, ist begreiflich: der gestörte Organismus bedurfte sehr notwendig seiner Kraftquellen und Reservedepots, so dass zum ersten Zweck die Blutbildungsstätten erhalten oder gar vergrössert, zum zweiten die Fettspeicher aufgebraucht und dadurch gallertige Atrophie verschiedenen Grades herbeigeführt wurde. Der ersterwähnte Grund zur reaktiven Vergrösserung der lymphoiden Markbezirke kann auch für manche der anderen Krankheitsfälle angeführt werden. Und doch möchte ich noch nicht definitiv behaupten, dass mit der Dauer einer blutzehrenden Krankheit eine Zunahme der roten Markbezirke in den grossen Röhrenknochen verbunden sein müsse, und diese Hyperplasie nach Massgabe des Alters etwa sogar abgeschätzt werden könne.

Gruppe IIIa vereinigt 4 Pferde im Alter von 11 (26), 12 (85), 15 (VI) und 24 (51) Jahren. Betont sei, dass unter diesen harmlosen Fällen einer an Hämoglobinämie einging (26); zwei waren Koliker (VI) und (85) und der vierte mochte schon lange Zeit an Kreislauf- und Blutstörungen gelitten haben, ehe ihn die innere Verblutung in die Lungen plötzlich tötete (51).

Die Pferde der Gruppe IIIb liessen sich endlich denen der II. Gruppe analog einschätzen. Hier wie dort haben wir Fälle der verschiedensten Altersstufen: ein 3½- bis 4jähriges (10), ein 5½j. (89), zwei 6j. (IX und 30), ein 7j. (81), drei 8- bis 9j. (33, 38, 71), zwei 11j. (79 und 101), zwei 12j. (105 und 106), zwei 15j. (31 und 48) und zwei 16- bis 18j. (67 und 77); darunter 3 bezw. 4 „normale" Fälle verschiedener Lebensalter. Was endlich die Krankheiten anbetrifft, so gilt hier das über die III. Gruppe der 14 Sonderfälle Gesagte.

Die Fälle 11, 34, 36 und 100 bilden die Abteilung c der III. Gruppe: zwei junge (4j.) Tiere (34 und 36) und zwei ältere mit 12 bezw. 16 Lebensjahren (11 und 100). Fall 11, 34 und 100 hatten einen schnellen Tod; während sich für Pferd Nr. 36, das einer länger dauernden, operativen Blutvergiftung zum Opfer fiel, ein pathologisch physiologischer Grund für die grösste Ausdehnung des roten Marks finden liesse.

Zusammenfassung.

Überblicken wir unsere Erfahrungen aus den 14 — 89 Fällen, so lässt sich bezüglich der Femurdiaphyse folgendes sagen:

Rein morphologisch liessen sich in der Hauptsache drei Typen von Sägeflächebildern unterscheiden, wobei die III. Gruppe anatomisch keine Sonderstellung einnimmt. Vielmehr entscheidet nur die Gesamtmenge roten Marks.

Die Lokalisation der roten Markbezirke ist eine mehr oder weniger typische und hängt offenbar mit den Eigentümlichkeiten der Gefäss- und Wachstums-, weniger mit mechanischen Verhältnissen zusammen.

Alter und Krankheit können nicht einwandsfrei und in erster Linie für die Ausdehnung der Blutröten verbindlich gemacht werden; sondern dafür müssen im Einzelleben besondere Gründe massgebend gewesen sein: z. B. die Aufzucht, der Gebrauch, die Pflege, Fütterung, Stallhaltung, Jahres- und Entwicklungszeit. Damit soll aber nicht jede Wechselbeziehung zwischen roten Markbezirken der Röhrenknochen und Alter bezw. Krankheitsvorgängen im Tierkörper geleugnet werden. Ich halte mich nicht für berechtigt, die Hyper- und die Metaplasie lymphoiden Marks prinzipiell ausser acht zu lassen. Und doch glaube ich, die Verwendung der 103 Femurbilder zu normal-anatomischen Studien genügend begründet zu haben.

Auch die Oberschenkelknochen mit gallertigem Grundmark liessen sich unter den schematischen Typen einreihen.

b) Rote Markbezirke im Humerus.

Entsprechend dem morphologischen Untersuchungsprinzip bei den Oberschenkelknochen und entsprechend den Erfolgen bei der Beurteilung der Anatomie der roten Markbezirke und des Grundmarks dachte ich mir die Verhältnisse bei den 84 in bildlichen Dar-

stellungen erhaltenen Oberarmknochen bezüglich der Verteilung von roten und Grundmarkbezirken. In 18 Fällen (unter 120) erwies sich (was für die distal von Femur und Humerus gelegenen Gliedmassenknochen sicherlich die Regel ist), dass sie nur „Grundmark", d. h. nur Fett- bezw. Gallertmark enthielten (ohne jeden umschriebenen roten Markbezirk). Wir haben Beziehungen zwischen Alter, Krankheit und Humerusmark nicht in Abrede gestellt. Es scheint aber im Vergleich zum Femur eine geringere Ausdehnung der roten Markbezirke im Humerus die Regel zu sein; mit andern Worten: während im Oberschenkelbein rote Markbezirke während des ganzen Lebens beim Pferde ausnahmslos zu konstatieren sind, erstreckt sich das reine Grundmark in 15 %, d. h. in 18 von meinen 120 Fällen, bis in den Oberarmknochen.

Während aber die Flächenbilder beim Oberschenkelbein sich in 3 bezw. 5 schematischen Typen unterbringen liessen, besteht offenbar für die Humerusflächenbilder eine grössere morphologische Variabilität:

I. Eine grössere oder mehrere kleinere Blutröten in der Spongiosa des proximalen Drittels. II. Zu den erstgenannten kommt eine kaudal randläufige Blutröte in der Spongiosa des mittleren Drittels. III. Die in Gruppe II geschilderten Bezirke erstrecken sich über das spongiöse ins Höhlenmark hinein. IV. Nur im mittleren Drittel die bei Gruppe II erwähnte kaudal randläufige Blutröte von geringer und grösserer Ausdehnung. V. Zu den in Gruppe III fixierten roten Markpartien kommt eine solche, kranial randläufig, im mittleren Drittel, oft in die Markhöhle reichend. VI. Zu dem in Gruppe IV kennzeichnenden lymphoiden Bezirk treten die in Gruppe V auftretenden kranial und kaudal randläufigen Markröten. VII. In dieser letzten Gruppe werden (wie in IIIa, b und c der Femurbilder) Fälle mit „isolierten Blutröten im Spongiosa- und Höhlenmark des mittleren oder gar noch distalen Drittels" gesondert vereinigt. Im übrigen mag das Schnittflächenbild der Gruppe II zugehören: VIIa, oder der Gruppe V: VIIb, oder endlich der Gruppe III: VIIc.

Trotzdem die vorstehende Gruppierung der Humerusflächenbilder tiefgreifend ist, gelingt es nicht, alle 84 Fälle unterzubringen: Fall 68 zeigt infolge der Jugend des Tieres noch durchweg blutrote Spongiosa der ganzen Diaphyse, nicht aber der Epiphysen (wie im Femur) und wenig Rot im Höhlenmark an der proximalen Grenze, und wäre vielleicht, als extremer Fall, zu Gruppe II zu rechnen; dem anderen Pferd (Fall 44), das erst 5 Jahre alt ist, fehlt jede kaudal randläufige, rote Markzeichnung; andernfalls gehörte das Bild in Gruppe VII.

Zunächst möchte ich auf die betreffs des Femur diskutierten anatomischen, speziell auf die Gefässverhältnisse des Oberarmknochenmarks eingehen. Die Eigentümlichkeit, dass die roten Markbezirke sich an besonders geeignete Blutgefässverhältnisse anschliessen, beobachtete ich mutatis mutandis auch im Humerus: die der proximalen Epiphyse angrenzenden und die peripheren Markzylinderteile sind auch hier bevorzugt. Ferner trifft man auch im Oberarmknochen (mit Ausnahme eben des genannten Falles 44) die dem Eintritt der Arteria

nutritia gegenüber liegende Randpartie gerne, oft ausschliesslich (vgl. Gruppe II, III, IV, VIIc) von rotem Mark betroffen. Die A. nutritia humeri tritt von der Vorderfläche ins Innere ein: wir erwarten also als bevorzugten Sitz roter Markbezirke die kaudale (gegenüberliegende) Partie des Markmantels, die in den vier letztgenannten Gruppen ja allein mit rotem Mark gezeichnet ist; während bei den Gruppen mit beiderseits randläufigem Rot (Gruppe V, VI und VIIb) die kraniale Zone an Ausdehnung hinter der kaudalen in der Regel zurückbleibt.

An dieser Stelle möchte ich betreffs des „Grundmarks" die Beobachtung anführen, dass in einigen Fällen von beginnender gallertiger Atrophie des Femurmarks im Oberarmbein das Grundmark, wie in den übrigen Gliedmassenknochen, schon in höherem Grade gallertig war (Fall XII) und manchmal eine Art Zwischenstufe (Fall 16) zwischen dem fettigen Femur- und dem schon völlig gallertigen Mark der distalen Röhrenknochen darstellte. Fall 49 und 50 scheinen eine Ausnahme zu bilden, weil hier in dem Humerus und den anderen Knochen Fettmark gesehen wurde, während das Femur „teilweise sulzig-gallertiges Mark" zeigte, „besonders wo das dunkelgraurote Mark der Höhle ist". Skiba sagt zwar, dass das Gallertmark gleichzeitig an allen Stellen auftrete, wo Fettmark vorhanden sei. Jedenfalls widersprechen ihm hierin meine Fälle Nr. 16, 74, XII und die Befunde bei Fall 49 und 50; während bei den 16 anderen Gallertmarktieren ein sehr wesentlicher Unterschied in der Grundmarkbeschaffenheit zwischen den verschiedenen Gliedmassenknochen nicht gegeben war. In der Regel zeigen die am meisten distal gelegenen Knochen das klarste Gallertmark; auch wenn im Femur und Humerus dasselbe noch fettig getrübt erscheint. Wir sehen, im Gegensatz zu Skiba und Ellenberger-Günther, bei einigen Fällen eine besondere Anordnung der Vorgänge bei der gallertigen Fettmark-Atrophie.

Auch beim Humerus demonstrieren zwei Skizzen (Figur 5 und 6) den Schematismus der oben erläuterten 7 Gruppen. Zugleich ist die für gewöhnlich feststellbare Grösse der Markhöhle eingetragen.

In der Markhöhlenbildung fiel mir bei Fall IX, 1, 10 und IV u. a. m. auf, dass bisweilen, etwa an der Grenze des mittleren zum unteren Diaphysendrittel, eine quere, auch etwas schief verlaufende, ca. 1 bis 1,5 cm breite Spongiosabrücke die meist einheitliche Markhöhle zweiteilt (s. Figur 2). Diese Erscheinung stelle ich in Parallele zu der allerdings selten abnorm ausgedehnten Spongiosa in der Markhöhle des Femur (Fall 60). Beide Male werden spezielle, weniger mechanische als vielmehr Entwicklungs- und Ernährungsverhältnisse massgebend gewesen sein.

Bei der Zusammenstellung meiner Humerusschnittflächenbilder in Gruppen gebe ich zum Vergleich jeweils in Klammern die Gruppe an, welcher das Oberschenkelmarkbild des betreffenden Falles zugewiesen worden war.

Zu Gruppe I gehören 16 Fälle: 6 (II), 7 (I), 20 (II), 26 (IIIa), **60** (II), **67** (IIIb), 78 (I), **80** (I), 93 (II), 94 (I), 96 (II), ***98*** (II), ***101*** (IIIb), 103 (II), 104 (II), 105 (IIIb); zu Gruppe II 19 Fälle: X (II), ***10*** (IIIb), 13 (I), 14 (II), ***15*** (II), 17 (II), **19** (II), 27 (II), 32 (II), 33 (IIIb), 34 (IIIc), 46 (II), 48 (IIIb), **49** (II), ***51*** (IIIa) **71** (IIIb), ***79*** (IIIb), 86 (II), 95 (II); zu Gruppe III 7 Fälle: IX (IIIb), 11 (IIIc), 35 (II), 37 (II), **75** (II), 88 (II), **90** (II); zu Gruppe IV 8 Fälle: **23** (II), **39** (II), 47 (II), 69 (I), 87 (I), 89 (IIIb), 91 (II), 99 (I); zu Gruppe V 9 Fälle: **IV** (II), 1 (II), 5 (II), 9 (II), 45 (II), 70 (II), **74** (II), 84 (II), 100 (IIIb); zu Gruppe VI 5 Fälle: 3 (II), 50 (II), ***73*** (II), 85 (IIIa), 92 (II); zu Gruppe VII (insgesamt 18 Fälle): a) 9 Fälle: VI (IIIa), 4 (II), 30 (IIIb), **58** (II), 72 (II), **76** (II), 81 (IIIb), 82 (II), 83 (II); b) 4 Fälle: V (II), 28 (II), 61 (II), 63 (II); c) 5 Fälle: 29 (II), 31 (IIIb), 36 (IIIc) 38 (IIIb), 106 (IIIb). — Über Fall 44 (II) und 68 (II) siehe oben.

Zu weiterem Verständnis der obigen Gruppenvergleiche mag die Bemerkung dienen, dass wir die roten Markbezirke des Femur zum Humerus etwa folgendermassen in Analogie stellen können. Der Gruppe I beim Femur entsprächen die Gruppen I, II (IV) und eventuell noch VIIa beim Humerus, der II. Femurgruppe die Gruppen V, VI und eventuell noch VIIb und c, während Gruppe III etwa zwischen I. und II. Femurgruppe zu stellen sein wird. In der VII. Humerusgruppe werden endlich analog der III. Femurgruppe besonders charakterisierte Fälle zusammengestellt, so dass wir Gruppe VIIa (wie I, II, IV) mit IIIa, VIIb und VIIc (wie V und VI) mit IIIb in Vergleich zu bringen haben. — Wir werden bei Durchsicht der gegebenen Aufstellung einen Parallelismus zwischen Femur und Humerus nicht eigentlich finden: In Gruppe I, II, IV und VIIa finden sich aus Gruppe I zusammen 8, aus II 29, aus IIIa 3, aus IIIb 11, aus IIIc 1 der Femurfälle. In Gruppe III, V, VI und VIIb und c haben wir aus Gruppe I der Femurfälle keinen einzigen, aus Gruppe II 22, aus Gruppe IIIa 1, aus IIIb 5, aus IIIc 2 Vertreter.

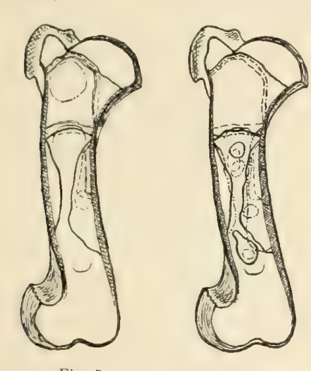


Fig. 5. Fig. 6.

Gruppe I -·-·-·-·-·
„ II ═══
„ III - - - - -
„ IV -·-·-·-
„ V ———

Gruppe VI -·-·-·-·-·
„ VIIa) - - - - - -
„ b) ———
„ c) -·-·-·-·-

Es besteht also bei allen Femurfällen der Gruppe I für den Humerus ebenfalls die geringste Ausdehnung der roten Markbezirke, während andererseits viele solche Fälle, deren Oberschenkelmark beträchtliche rote Markbezirke aufwies, in ihrem Oberarmknochen unverhältnismässig wenig davon zeigten. Überhaupt lässt sich an der Verteilung der Humerusfälle auf die einzelnen Gruppen entnehmen, dass die geringere Ausdehnung des roten Marks dem Oberarmknochen (gegenüber dem Femur) durchweg eigen ist: 52 Fälle enthielten zum Teil in kleinsten Resten, zum Teil mehr ausgedehnt,

aber nur innerhalb der Spongiosa, rotes Mark und nur 30 Fälle zeigten eine grössere Ausdehnung des Rot. Kein Fall liess endlich sich mit den Vertretern der Femurgruppe III c (grösste Ausdehnung des roten Marks) vergleichen.

Die Unglücksfälle, deren Markbilder im Oberschenkelknochen sich in die II. und III. Gruppe a) und b) einreihen liessen, zeigen im Humerus ein durchweg beschränktes Auftreten des Rot im Mark: sie sind in Gruppe I und II verzeichnet.

Fall 73 in Gruppe VI — übrigens ein bescheidener roter Markbezirk — gilt für uns hier nicht als einwandfrei, weil das rasche Ende einen nicht gesunden Körper traf.

Die Pferde mit Gallertmark finde ich nur mit 2 Fällen (IV und 74) bei Gruppe V, also bei einer Gruppe mit beträchtlicher Ausdehnung der roten Markbezirke. Sonst halten sie sich in Gruppe I, II, III, IV und VII a. Die Gallertmarkbildung, welche wir nur bei kranken Tieren auftreten sahen, dürfte also nicht denselben Bedürfnissen des Organismus entspringen, wie die Schaffung bezw. Erhaltung von Blutbildungsstätten; vielmehr sind beide Erscheinungen genetisch mehr oder weniger unabhängig von einander, so dass wir bei Einschätzung der „roten Markbezirke" den Charakter des „Grundmarks" ausser acht lassen dürfen.

Ferner muss das, was bezüglich des Alters und der Krankheitseinflüsse auf die Ausdehnung der roten Markbezirke beim Femur gesagt wurde, hier nochmals betont werden.

Einige Beispiele mögen genügen: der Hinweis auf einige Fälle von Gruppe I und II, bei denen die Jugend der Tiere und die längere Dauer der schweren Krankheit nach den bisherigen Anschauungen ein anderes Bild hätten erwarten lassen. Es sind die Fälle 6, 20 und 94 aus der Gruppe I und Fall X, 14 und 27 aus der II. Gruppe, endlich Fall 82 aus VII a. Andererseits sehe ich bei V und VII b zwar auch Vertreter der verschiedensten Lebensalter und einige Fälle schnell tödlicher Krankheiten; die Mehrzahl dieser Pferde litt jedoch an sehr tiefgreifenden Krankheiten, zumeist an Lungenentzündungen, die häufig mit einer Pleuritis verknüpft waren.

Zusammenfassung.

Aus den bisherigen Untersuchungen am Humerus ziehe ich dieselben Schlüsse, welche ich anlässlich der Zusammenfassung der Oberschenkelmarkuntersuchungen formuliert habe.

Die grob anatomischen Markverhältnisse in Femur und Humerus zeigen, miteinander verglichen, eine im allgemeinen verhältnismässig grössere Menge, ein längeres Bestehen roten Marks im Femur; ferner dass die Verhältnismässigkeit zwischen beiden Knochen nicht selten gestört ist, indem ein und derselbe Fall nach dem Femurbild als hochgradig, nach dem Humerusbild dagegen als geringgradig zu bezeichnen ist — und umgekehrt; der letztere Fall kommt aber viel seltener vor.

c) Rote Markbezirke in Tibia und Radius.

Bei den durchsägten Schienbeinen und Speichen ist der Befund in der Regel negativ, d. h. die Schnittflächen bieten das Bild reinen Grundmarks dar. Das hyperämische „Grundmark“ gibt hier oft das erste Zeichen von allgemeiner Affektion des Marks.

Hier sei der wenigen Pferde Erwähnung getan, bei welchen umschriebene Blutröten in Tibia oder Radius festzustellen waren. Die noch weiter distal folgenden Gliedmassenknochen (Metatarsus, Metacarpus und Phalangen), deren nicht wenige zerlegt wurden, zeigten in keinem Falle solche rote Markherde — weder in schwammigem Knochenmark, noch in den mehr oder weniger grossen Diaphysenhöhlen, weder in den Epiphysen noch in den Mittelstücken.

Die Tibia wies bei zwei Fällen (16 und 74) im Bereich der proximalen Epiphyse und bei 5 Fällen (IV, 2, 29, 77, 102) in der Diaphyse umschriebene rote Bezirke im Mark auf, und zwar gehörten diese, ausser bei Fall 102, dem spongiösen Mark an. Das Erscheinen der Herde dürfte wohl aus den Eigentümlichkeiten des hier krankhaft gesteigerten, blutbedürftigen Organismus verständlich sein.

Das Alter der Tiere betrug 3, 7, 8, 9, 14, 16 bis 18 und 18 Jahre. Die Krankheiten waren zum Teil akute: Lungenbrand (Fall 16, 18j. Pferd mit Gallertmark); Lungenbrustfellentzündung (Brustseuche) bei dem 3j. Pferd von Fall 29 und dem 7j. von Fall 74; Achsendrehung des Grimmdarms (Fall 2 achtj.). Fall 102 (perakute, perforative Peritonitis) hat früher einmal einen Rippenbruch erlitten und war, wie anamnestisch erwiesen wurde, stets kränklich und des öfteren schwer krank gewesen, besonders an einer Lungenbrustfellentzündung, deren Überbleibsel sich vorfanden. Bei diesem 14j. Pferd, welches als einziges den roten Bezirk inmitten der Markhöhle und dem kaudalen Rande sich anlehnend enthielt, müssen also wohl diese Vorkommnisse hauptsächlich in Betracht gezogen werden und die Kritiken ähnlich wie bei den Fällen 77 und IV ausfallen. Das 16- bis 18j. Pferd (Fall 77) zeigte sehr stark ausgebreitete Melanombildung und wurde (wegen Abmagerung und Schwäche) zu anatomischen Lehrzwecken getötet. Fall IV endlich ist ein 9j., an ausgesprochenem Siechtum gestorbenes Tier.

In der Diaphyse des Radius — die proximale Epiphyse zeigte ausnahmslos ein reines Grundmarkbild! — sah ich viermal rote Bezirke, die sich, wie in der Tibia, als 10 Pfg.- bis höchstens 1 Markstück grosse Flecken, im Anschluss an den kaudalen Knochenrand, auf dem Sägeflächenbild präsentierten. Zu den Fällen IV, 2 und 102, welche dem Charakter der Tibia-Herde (nach Beschaffenheit, Sitz und Ausdehnung) analoge Bildungen bargen, kommt noch Fall V: ein 4j. Pferd mit Brustseuche, dessen Tibia höchstwahrscheinlich ähnlich gezeichnet war. Wir werden also mit einiger Reserve von einem Parallelismus zwischen Tibia und Radius bezüglich des Auftretens roter Markbezirke sprechen dürfen. Die roten Markbezirke in den distal von

Femur und Humerus gelegenen Knochen muss als zum mindesten ungewöhnlich angesprochen werden.

Solche „rote Markbezirke“ sind zu unterscheiden von den bei „hyperämischem Grundmark“ ziemlich häufig anzutreffenden, manchmal recht beträchtlichen „Blutflecken“, deren Ursache blutende, stark gefüllte Gefässe sind. Diese Blutflecken können aber ohne Hinterlassung von Spuren leicht abgespült werden, während natürlich die echten roten Bezirke sich dadurch nicht beeinflussen lassen.

Skibas „Pigmentkugeln“ bekam ich nie zu Gesicht. Ihr Vorhandensein und deren Deutung erscheinen mir möglich.

Stickers „Spongioidsubstanz“ sah ich nie, trotzdem ich 23 Pferde unter 5 Jahren obduziert habe.

7. Beschaffenheit der roten Markbezirke und des Grundmarks.

Wie Skiba sah auch ich die verschiedensten Abstufungen in Farbe und Konsistenz. Das Rot der Bezirke bewegt sich vom Dunkelrot einer Stauungsmilz bis zum hellen Rosarot, von graurot bis zu einem fast reinen Grau (was Helly die Veranlassung gab, 6 Hauptgruppen des Marks zu unterscheiden, je nach der makro- und mikroskopischen Beschaffenheit). Das Mark nimmt im Alter eine weniger weiche und saftige, eine mehr feste, ja sogar brüchige Konsistenz an. Dem anfänglich fettarmen, lymphoiden Mark mengen sich immer mehr Fettzellen bei unter gleichzeitiger Abnahme des Blutgehalts, d. h. das Blut wird bei der Umwandlung des roten in gelbes Mark gewissermassen in engere Bahnen gefasst und zugleich durch die Fettzellen verdrängt. Die rot bleibenden Markbezirke werden aber trotz ihres oft recht ansehnlichen Fettgehalts immer noch mehr oder weniger ihre charakteristischen Gefässverhältnisse, ihre Farben und Konsistenzmöglichkeiten beibehalten, auch bei gallertiger Beschaffenheit des Grundmarks.

Das „Grundmark“ zeigt ebenfalls ein wechselndes Bild in Farbe und Konsistenz. Reines Fettmark ist gelbweiss, gelb, auch von hellgelbrötlicher Farbe (Blutgehalt). Die Konsistenz des frischen Fettmarks ist weichsaftig, bald wird es trocken, talgähnlich, fest; es blasst dabei ab. Tritt gallertige Atrophie auf, so mischen sich glasig-sulzige, saftig-weiche Beschaffenheit mit fettiger Trübung von rahmiger Art. Das reine Gallertmark endlich ist klar, durchsichtig, noch mehr saftig, schwappend, glasig; seröse Flüssigkeit fliesst ab, so dass beim Lagern die offenen Markflächen bald stark einsinken, saftarm werden.

Daraus entnehmen wir, dass erstens bei meinen Fällen, soweit ich sie als „normal“ bezeichnen durfte, die allgemeinen Erfahrungen

und Skibas Anschauung zutrafen; und zweitens, dass ich mir ins einzelne gehende Äusserungen für den kritischen Teil vorbehalte, insbesondere rücksichtlich der histologischen Diagnose, die eine notwendige Vorbedingung hiezu bildet.

II. Histologische Untersuchungen.

Bei der mikrotechnischen Verarbeitung meiner Fälle kam es mir besonders darauf an, die „Blutröten" (roten Markbezirke) auf ihren Charakter zu untersuchen.

Da mir bei Sammlung der ersten 35 Fälle der Plan meiner Untersuchungen noch nicht klar vorlag, fehlt mir von jenen Fällen das Material zu histologischer Verarbeitung. Aber auch von den späteren Fällen entnahm ich nur 39 mal Material zur Einbettung in Paraffin; von 9 weiteren Fällen fertigte ich sogenannte Organabdrücke. Zwei Fälle erfuhren eine doppelte Verarbeitung zu Paraffinschnitten und Organabdrücken, um eine Kontrolle für die Brauchbarkeit der letzteren Methode zu bekommen. Im Verlauf meiner anatomischen Untersuchungen glaubte ich ferner eine Berechtigung dafür gefunden zu haben, dass ich mir nur mehr eine beschränkte Anzahl von Typen einer Krankheitsgruppe zur mikroskopischen Auswertung vornahm. So kam es, dass ich mich im Folgenden auf 32 Fälle beschränke, deren Angehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe jeweils bemerkt ist. Die Gruppen sind folgende: A. Unglücksfälle. B. Schlagartig Gestorbene und Getötete. C. Siechtum. D. Volvulus des Dünndarms. E. Achsendrehung des Grimmdarms. F. Peritonitis traumatica. G. Wundinfektionen. H. Starrkrampf. I. Hämoglobinämie. K. Gehirnentzündungen. L. Morbus maculosus. M. Lungenbrustfellentzündung. (Brustseuche). N. Lungenbrand. O. Nephritis.

Das meist aus der Markhöhle bezw. der Spongiosagrenze stammende Material bestand in Markwürfeln, welche möglichst ohne mechanische Schädigungen aus dem Grenzgebiet der roten Herde entnommen wurden. Spongiosareiche Stückchen erfuhren eine entkalkende Behandlung. Ich sah darauf, dass regelmässig je aus Femur und Humerus, manchmal auch aus Tibia und Radius, solches Material histologisch verarbeitet wurde.

Die sogenannten „Organabdrücke", welche in der Humanmedizin zwecks Diagnosestellung vielfach verwertet werden, weil die am Objektträger angedrückten Organflächen hier ihre Zellen und besonders auch deren Lagerung zu einander als „Abziehbild" zurücklassen, sind allerdings ohne die faserigen, d. h. die zum Gewebekomplex inniger gehörigen Elemente. Die Konsistenz des Knochenmarks, sein Zellreichtum machen es sehr geeignet zu solchen Abklatschbildern. Ich verfuhr folgendermassen: auf einen durch Äther-Alkoholgemisch gereinigten und entfetteten Objektträger drückte ich ein in der Pinzette gehaltenes Markstückchen leicht und möglichst ohne Ausgleiten nicht nur einmal, sondern mehrere Male serial nebeneinander, senk-

recht auf, liess die Abdrücke lufttrocken werden und färbte sie entweder ohne oder nach vorherigem dreimal durch die Flamme Ziehen mit Hämatoxylin und Eosin; oder trug ich 1% Gentianaviolettlösung auf, wie beim Färben von Bakterienpräparaten. Bei der Häm.-Eos.-Färbung liess ich die Organabdrücke vorher das Xylol und die Alkohole und nachher den Salzsäurealkohol passieren, weil dadurch die Färbung reinlicher wird. Auf diese Weise bekam ich Zellbilder, deren Einzelheiten, auch in topographisch-histologischer Beziehung, den zeitraubenden Paraffinschnitten annähernd gleichwertig sind.

Das Verfahren für die in Paraffin eingebetteten Präparate war das gewöhnliche: die Fixierung geschah mit 4% Formalinlösung und zwar ausgiebig lange (2 bis 3 Tage) unter zweimaligem Wechsel der Flüssigkeit; es ist ratsam, ziemlich grosse Markteile einzulegen, um nach der Fixation die kleinen Würfel für die Härtungs- und Aufhellungsflüssigkeiten zu schneiden. Durch die steigenden Alkohole und die Xylolbehandlung ging das Fett in Lösung. Das Xylol wurde mindestens einmal gewechselt. Die Einbettung geschah in einem Gemisch aus hartem und weichem Paraffin. Liess der Spongiosareichtum eine decalcinierende Behandlung wünschenswert erscheinen, so wurde nach der Xylolaufhellung und Entfettung das Markstück in die Alkoholreihe zurückgebracht, um am Ende in Ranvier'sche Entkalkungsflüssigkeit zu kommen. Hierin wurde das Material belassen, bis es weich, d. h. leicht und ohne Knirschen schneidbar geworden, was i. d. Regel 8 bis 10 Tage, manchmal 2 bis 3 Wochen dauerte. Nach dem Entkalken erfolgte 1 bis 2 Tage langes Auswässern und endlich die Rückwanderung des Präparats durch Alkohole und Xylol zum Paraffin.

Die Schnitte wurden sämtlich mit dem kleinen Becker'schen (Gefrier- und Paraffin-) Mikrotom angefertigt und zwar z. T. in erheblicher Zartheit (2 μ), z. T. in einer Dicke von 10 bis 15 μ.

Es wurden folgende Fälle histologisch verarbeitet:

Nur durch „Organabdrücke“: Fall 79 aus Gruppe A, Fall 66 aus Krankheitsgruppe D, Fall 69 aus D, Fall 71 aus D, Fall 72 aus G, Fall 78 aus H, Fall 81 aus H, Fall 70 aus N, Fall 80 aus N.

Und zwar sind bei Fall 79 von Femur und Humerus je zahlreiche, bei Fall 66 nur vom Femurmark Organabdrücke vorhanden, bei Fall 69 solche von Femur und Humerus, bei Fall 71 von Femur, Humerus und Tibia; bei Fall 72 solche von Femur, Humerus, Tibia, Radius und Metatarsus; bei Fall 78 solche von Femur, bei Fall 81 ebenso; bei Fall 70 solche von Femur und Humerus, bei Fall 80 von Femur, Humerus und Radius. In der Regel wurden die Präparate mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt.

Die Fälle 68 aus Gruppe F und 65 aus Gruppe N haben eine doppelte Bearbeitung, zu Klatsch- und Schnittpräparaten, erfahren. An Organabdrücken haben wir bei Fall 68 solche vom Femur und Humerus, je in reichlicher Zahl, bei Fall 65

nur solche vom Femur, die einen mit Gentianaviolettlösung (1%), die anderen mit der sonst geübten Doppelfärbung behandelt.

Paraffinschnittpräparate liegen vor: von Fall 41 aus Krankheitsgruppe A, Fall 35 und 51 aus B, Fall 67 aus C, Fall 34, 58 und 60 aus D, Fall 46 aus E, Fall 30 und 68 aus F, Fall 24 aus G, Fall 28, 39, 48 und 83 aus H, Fall 25 und 50 aus I, Fall 29, 40, 49 und 56 aus M, Fall 31 und 65 aus N.

In der Regel wurden die Proben aus den roten Markbezirken (bezw. deren Grenzpartieen) von Femur und Humerus entnommen. So bei Fall 46, 30, 68, 24, 28, 83, 48, 25, 29, 65, 56, 31 und 49. Dazu kam noch bei den Fällen 41, 51, 67, 35, 34, 58, 60 und 40 die Entkalkung von roten Spongiosamarkbezirken aus den genannten Knochen. Bei Pferd 40 fand Untersuchung von Mark aus Fe., Tib., Hu. und Ra. statt, wozu im Fall 39 noch je entkalkte Proben aus den letztgenannten Knochen histologisch verwertet wurden. Im Fall 50 bearbeitete ich ausser Fe. und Hu. noch entkalkte Spongiosa von Oberarm und Speiche.

Sehr bedauerlich ist, dass die Gruppen K, L und O gar keinen und die durch die Zahl der Fälle oder die Art der Krankheit so sehr wichtigen Gruppen E, G und I nur so wenige Vertreter im histologisch-diagnostischen Teil aufweisen.

Bei den Organabdrücken sehe ich einen besonderen Vorzug darin, dass die am Glase haftenden Zellen keine durch mikrotechnische Schnittführung geschaffene, gekünstelte, sondern natürliche und ganze Formen haben und ihre Topographie die richtigen Verhältnisse wiedergibt. Für riesenhafte Zellen ist dies von besonderem Wert. Mangelhaft dagegen ist bei den Organabdrücken die Wiedergabe der Erythrocyten und ihrer feineren Verteilung, ferner die mannigfaltigen Lücken, welche den Gefässen, Fettzellen und faserigen Elementen entsprechen. Organabdrücke von Gallertmark und mehr oder weniger reinem Fettmark bieten wenig Brauchbares.

Als Programm für die Untersuchung der Organabdrücke dienten folgende Gesichtspunkte: Neben der Einschätzung des Falles suchte ich zu entscheiden, ob ein an spezifischen Markzellen reiches (sog. lymphoides) Mark die Grundlage des roten Bezirks bildete oder ob rote Blutkörperchen dem Grundmarke die Farbe verliehen (Hyperämie oder Hämorrhagie). In zweiter Linie forschte ich nach einzelnen Zelltypen: eosinophilen granulierten Markzellen, mononukleären, rundkernigen Myelo- und Lymphocyten, polymorphkernigen Leukocyten und Pigmentzellen; ferner nach kernhaltigen roten Blutkörperchen, nach kernlosen roten Blutkörperchen, besonders in quantitativer und topographischer Beziehung; des weiteren nach den „blutkörperchenhaltigen Zellen"; endlich nach Riesenzellen, Pigmentzellen, freiem Pigment und Charcot'schen Kristallen.

Im allgemeinen — auch für die Schnittpräparate — will ich vorwegnehmen, dass ich niemals „blutkörperchenhaltige Zellen" noch „Charcot'sche Kristalle" zu Gesicht bekam.

1. Organabdrücke.

Bei sämtlichen 10 Fällen konnten wir den lymphoiden Charakter der Blutröten an den Zahlenverhältnissen der Markzellenbefunde feststellen; in einigen Abdrücken drängten sich bei Fall 68, 69, 70 und 71 die Erythrocyten etwas vor, während in anderen Präparaten derselben Fälle die spezifischen Markzellen das Gesichtsfeld beherrschten. Immer — auch bei dem 11 Monate alten Tier (Fall 68) — war das lymphoide Mark mehr oder weniger reichlich mit Fettlücken durchsetzt. Die verschiedenen Fälle zeigten nur graduelle Unterschiede.

Wir lassen in Kürze die Befunde der 10 Fälle folgen: Fall 79 der Gruppe A: wenig fettreiches, lymphoides Mark mit mässig vielen eosinophilen, reichlichen mononukleären, rundkernigen, oft eigentümlich kranzkernigen Myelo- und vielen polymorphkernigen Leukocyten. Die Markzellen waren in den Femurpräparaten reichlicher als im Humerus, wo man dagegen mehr kernhaltige rote Blutkörperchen (Normoblasten) sah als dort, deren Kerne nicht selten doppelt oder in Knospung waren. Erythrocyten drängten sich in grosser Menge (zerstreut und in grösseren Gruppen) zwischen den Markzellen hervor. Hie und da sah man Pigment in- und ausserhalb von Zellen. Riesenzellen fanden wir im Femur- und im Humerusmark spärlich, ein- und mehrkernige.

An dieser Stelle erscheint ein Eingehen auf die Arten und die vermutliche Bedeutung der Riesenzellen geeignet, weil bei Fall 79, einem sog. „normalen" Fall (Gruppe A), sich Riesenzellen finden. Wir sehen Verschiedenheiten in der Grösse, sowohl des Kernes, bezw. des Kernkonglomerats, als auch des Zellleibs. Beide Bestandteile, Kern und Zellleib, zeigen auch eigenartige Beziehungen zu den Farbstoffen. Skiba (1908) stellt die Heidenhain-Helly'schen einkernigen den mehrkernigen Riesenzellen der anderen Forscher gegenüber, lässt aber eigene Erfahrung und Kritik in diesen Punkt vermissen. Darüber wundern wir uns umsomehr, als gerade beim Pferde im Mark der Röhrenknochen die Riesenzellen leicht und ausgiebig (unter gewissen Verhältnissen sogar in grossartiger Ausbildung nach Form, Grösse und Zahl) studiert werden können.

In der Hauptsache konnte auch ich ein- und mehrkernige Exemplare unterscheiden.

Die mehrkernigen Riesenzellen — Polykaryocyten — haben bläschenartig leicht gebaute, gekörnte, mit Kernkörperchen versehene, ovale, in der Regel wasserblau und nicht intensiv sich färbende Kerne, welche entweder in dichtem Haufen zentral beisammen liegen, oder, unter Freilassen eines mehr oder weniger deutlichen Zentrums, im Kranze gruppiert sind. Der Zellleib tritt in der Regel sehr in den Hintergrund, ist nicht intensiv rot, sondern schwach violettrötlich gefärbt.

Im Gegensatz hiezu treten die *einkernigen Riesenzellen* — Megakaryocyten — durch ihre intensive Färbung des Kerns (dunkelblau) und des grossen, unregelmässig gestalteten Protoplasmas (hochrot) hervor. Der Kern zeigt zackige Konturen und einen rissig-schollig-derben Bau. Der Zellleib überragt den Kern ziemlich stark und weist auch keinerlei besondere Struktur auf, wie beim ersten Typus. — Je unter sich können nun einmal die beiden geschilderten Riesenzelltypen als solche in verschiedenen Grössen erscheinen; zum andern finden wir Riesenzellen, welche z. B. bei Erhaltung der Gestalt des zweiten Typus an Färbbarkeit abgenommen haben, oder solche, die wohl intensiv gefärbt, aber bei grossem Zellleib das Vorhandensein mehrerer rundlicher Kerne andeuten.

Könnten nicht die mehrkernigen Riesenzellen als ein Produkt regressiver, mit Kernteilung eingeleiteter und einhergehender Metamorphose aufgefasst werden? — entstanden aus riesenhaft ausgewachsenen Zellen des Marks? — aus Knochen und Mark bildenden oder auch zerstörenden Zellen (Osteo- oder Myeloblasten und -klasten)? Hat diese Auffassung (z. B. auch Pappenheims) weniger Grund für sich als die, welche die mehrkernigen Riesenzellen durch Apposition von Lymphocyten entstehen lässt, sie also zu Syncytien stempelt?

Man kann dann verstehen, dass das Protoplasma einkerniger Riesenzellen zunächst an seiner Färbbarkeit einbüsst; dabei quellen Kern und Zellleib, jener erhält ein geblähtes Aussehen, so, dass die bei den einkernigen Riesenzellen konzentriert als Schollen usw. auftretenden Teile, Körnchen, des zackigen Kerns auseinanderrücken (Karyorhexis) und daher die jetzt ovalen Kerne als degenerative Produkte (asthenische Vermehrung) aufzufassen wären. Dafür kann der Befund von freien Riesenkernen oder besser Riesenkernkonglomeraten (z. B. im Humerus von Fall 71) ohne Protoplasmasaum, geltend gemacht werden. Manchmal scheinen sogar noch Protoplasmareste dem Kernhaufen anzuhängen. Nach der funktionellen Seite hin halte ich dafür, dass das vermehrte Vorhandensein von Riesenzellen für eine gesteigerte, resorptive Tätigkeit im Mark spricht, dass ihre Erscheinung an sich aber durchaus in das Bereich des Normalen gehört.

Fall 66, 69 und 71 sind Pferde, welche an *Dünndarmverdrehung* in mittlerem oder höherem Alter gestorben sind. Man findet viele spezifische Markzellen, lymphoide Beschaffenheit und wenig Fettlücken. Fall 66, 69 und 71 zeigen sehr zahlreiche eosinophile (granulierte) Myelo- und Leukocyten verschiedener Grössen und Körnelung; immer haben sie ein massiges Protoplasma und einen verhältnismässig kleinen, deutlichen Kern. Unter den rundkernigen Markzellen sind viele solche, deren Kern ganz deutlich die Gestalt eines Atolls, einer Ringinsel, zeigt: die zentrale, ungefärbte, runde, verhältnismässig sehr kleine Lücke tritt deutlich in dem

sattblauen Kerngebilde hervor: ein Protoplasmasaum ist kaum zu sehen. Der Reichtum an polymorphkernigen Leukocyten ist gross. Bei den Pferden Nr. 66 und 71 fallen die Kernteilungszustände (Doppelt- und Mehrkernigkeit) bei den Erythroblasten auch auf. Die nirgends zahlreichen kernhaltigen roten Blutzellen sind bei Fall 66 zum Teil besonders gross (Megaloblasten). Der Blutgehalt der Präparate ist verschieden: Fall 69 und 71 haben grossen, Fall 66 nur geringen Erythrocytengehalt. Riesenzellen sah ich in allen Bildern, am zahlreichsten bei Fall 71. In Fall 69 beobachtete ich nur mehrkernige, bei den beiden anderen dagegen auch einkernige, letztere besonders bei Pferd 66 in sehr grosser Anzahl. Die mehrkernigen fanden sich besonders im Humerusmark des Falls 71 und zwar oft als freie Kerngruppen; daneben fiel besonders die atollähnliche Kerngestalt bei einkernigen Riesenzellen auf.

Der einzige Vertreter der Gruppe G — Septicämien —, Fall 72, gibt uns für die makroskopisch rot erscheinenden Bezirke ein vorwiegend aus Markzellen bestehendes mikroskopisches Bild, darunter wenige eosinophile Zellen und ab und zu Normoblasten mit einem und zwei exzentrisch liegenden Kernen. Der Erythrocytengehalt ist sehr gross. Riesenzellen mit einem zackig-höckerigen, unregelmässig und nie atollähnlich gestalteten Kern sah ich nicht selten in den Abdrücken aus Femur und Humerus.

Die beiden Tetaniker Fall 78 und 81 haben auffallend wenige eosinophile Zellen und Erythroblasten. Myelocyten und Leukocyten drängen sich im übrigen in den Vordergrund; unter jenen besitzen bei Fall 81 viele einen atollförmigen Kern. Die Fettlücken sind klein und nicht zahlreich. Blut enthält das Mark vom Pferd 81 besonders viel; in Fall 78 treten die Erythrocyten zurück. Stark gefärbte einkernige Riesenzellen, deren Kerne bei Fall 78 öfters ohne Zellleib zu sein scheinen, sind beiden Tieren zahlreich eigen; Fall 81 hat davon ganz besonders grosse und massige Exemplare. Ob diese Riesenzellen aus den grössten rundkernigen Myelocyten, welche hier in sehr erheblichen Grössen auftreten, sich entwickelt haben? Mehrkernige Riesenzellen kommen daneben vereinzelt zur Beobachtung.

Die Armut der Tetaniker an eosinophil granulierten Markzellen und an Erythroblasten glaube ich nicht als spezifische Eigenart deuten zu dürfen, vielmehr verwende ich die zellige Grundlage aller bisherigen Präparate für die Diagnose „lymphoides Mark".

Von den drei Pferden mit Pneumonie (Fall 65, 70 und 80) will ich nur die beiden ersteren besprechen, da das Gallertmark von Pferd 80 infolge seiner zähschleimigen Beschaffenheit nur ungern und mangelhaft die eingelagerten Markzellen im Abdruck hinterliess. Bei Fall 65 haben wir ein an Fettzellen armes, aus vielen rund- und atollkernigen Markzellen, wenigen Eosinophilen und zahlreichen anderen Leukocyten bestehendes Lymphoidmark vor uns. Erythroblasten sehen wir nicht gerade selten; sie enthalten verhältnismässig grosse, exzentrisch gelagerte Kerne. Erythrocyten treten nicht stark hervor. Gross ist die Zahl der Riesenzellen, insbesondere solcher mit einem grossen Kern und intensiv rotem, grossem Zellleib; mehrkernige Riesenzellen sind weniger häufig zu finden. Fall 70 weist einen starken Blutgehalt (besonders im Humerusmark) und dabei ausgesprochen lymphoide, wenig fettige Markbeschaffenheit auf. Die eosinophilen und die anderen spezifischen, farblosen Markzellen sind zahlreich neben vielen — auch z. T. eosinophilen — polymorphkernigen Leukocyten, bei deren Kernen die Zwerchsack- oder Hufeisenform vorherrscht. Erythroblasten sieht man verhältnismässig selten, Riesenzellen mit mehreren Kernen dagegen häufig. Bei beiden Fällen ist die bakterioskopische Durchmusterung der Präparate ohne Erfolg.

Vorerst wird man auch in diesen Fällen nicht von prinzipiellen Unterschieden im Vergleich zu unserem Musterfall 79 reden dürfen.

Fall 68, das Mark eines 11 Monate alten, an Peritonitis gestorbenen Pferdes sei zum Vergleich für die Wertigkeit meiner Untersuchungsmethoden angeführt:

Mittelst der Organabdrücke stellte ich fest, dass die roten Markbezirke aus spezifischen, farblosen Zellen mit und ohne Granulierung und viel Blut bestünden und dass kernhaltige rote Blutkörperchen (Normo- und Mikroblasten) und mehrkernige Riesenzellen sich (letztere spärlich) zerstreut finden.

Die Schnittpräparate bestätigten diese Befunde und lieferten folgende Ergänzungen: meist grosse, eosinophile Markzellen mit grober Körnelung; alle Arten von Markzellen kommen mannigfaltig zu Gesicht; die Erythroblasten sind nicht selten. Die Fettzellen sind in dem lymphoiden Mark auffallend klein und zahlreich. Die Ausdehnung und Menge der Erythrocyten, die in grossen Lakunen und mit wenigen Markzellen vermischt erscheinen, ist ganz enorm. Riesenzellen sah ich nur vereinzelt; mehr- und einkernige mit kaum gefärbtem Zellleib, letztere manchmal mit tief dunkelblauem Kern. Einmal hatte dieser deutlich die Gestalt eines Atolls. Die Arterienwände sind auffallend dickwandig, mit grossem Reichtum an stäbchenförmigen Kernen. In den quer getroffenen Gefässen rücken scheinbar häufig die elastischen und muskulösen Elemente der Media, unregelmässig gestaltete, kleinste Lücken bildend, auseinander (siehe darüber später!). Die enorm weiten Kapillaren und die grösseren Bluträume mit teilweisem oder völligem Mangel an Wandzellen sind, wie (meistens) jene starken Gefässe, mit roten Blutkörperchen strotzend gefüllt, deren scheibenförmige Gestalt gut erkennbar ist. Ablagerungen von Blutpigment, in Form von Körnern und kleinen Schollen, finden wir nicht selten.

Der Vergleich zwischen Schnitt- und Abklatschpräparaten lehrt, dass — abgesehen von Bindegewebsverhältnissen und feinster Topographie — die Ergebnisse übereinstimmend lauten und deshalb die Organabdrücke für die zelluläre Untersuchung des Marks sehr gut geeignet sind und für die meisten Fälle zufriedenstellende Resultate geben und prinzipielle Schlüsse erlauben.

2. Schnittpräparate.

Den Fall 68 werde ich an passender Stelle bei der nunmehr folgenden Abhandlung der 23 Fälle, welche in entkalkten und nicht entkalkten Paraffinschnitten untersucht wurden, als bekannt voraussetzen.

Fall 41 ist ein sogenannter normaler Fall (aus Gruppe A): ein 18- bis 20j. Pferd starb nach zirka zwei Stunden an einem komplizierten, ausgedehnten Schädelbruch. Es war zur Zeit des Unglücksfalles in voller Leistungsfähigkeit.

Nach dem makroskopischen Befunde war es, wie Fall 65, unter die 18 Sonderfälle (s. d.) einzureihen und wies bei geringer Ausdehnung des roten Marks in dem Höhlenfettmark eine isolierte Blutröte auf.

Für die mikroskopische Untersuchung verwendete ich auch spongiöses, entkalktes Material. Die Schnitte zeigten auffallend wenig spezifische Markzellen. Das als lymphoid anzusprechende Mark fiel durch seinen grossen Reichtum an Fettzellen und ganz besonders an Blut auf. Die arteriellen Gefässe treten durch ihre dicken Wände hervor, auch die kleinsten Arterien; daneben gibt es dünnwandige, weite Venen und weite Kapillaren. Alle Gefässe haben reiche Füllung. Die Erythrocyten liegen oft in grossen Komplexen und zerstreut zwischen den Zellen des Fettmarks. In dem entkalkten Spongiosamark, welches verhältnismässig am meisten spezifische Markzellen birgt, bemerken wir mehr Eosinophile und mehr Erythroblasten als sonst. Die rundkernigen und daneben auch die polymorphkernigen Markzellen finden sich überall in lymphoiden Bezirken, die aber einen stark fettigen Charakter haben. In dem spongiösen Mark sehen wir vereinzelte Riesenzellen mittlerer Grösse, mehrkernige und einkernige, einige mit atollförmigem Kern. Das Protoplasma ist gross, rot. Vereinzelte Riesenkerne, auch freie Blutpigmentschollen fehlen nicht.

Absichtlich stelle ich die Beschreibung der Blut- und Gefässverhältnisse voraus. Es scheint mir von prinzipieller Bedeutung zu sein, dass gerade hier, wo nach der Sachlage krankhafte Zustände auszuschliessen sind, eine solche Blutfülle und solche Gefässverhältnisse zu treffen waren. Wie also einerseits die Erythrocyten und die Vaskularisation normaliter so sehr im Vordergrund stehen können, so treten andererseits in Fall 41 die Markzellen überall gegenüber den Fett- und Blutzellen in den Hintergrund, ohne dass aber eine der Typen vermisst würde; wir müssen ferner auch (wie Skiba) das Vorkommen von freiem Blutpigment und Pigmentzellen als normal ansehen.

Bezüglich des Gehaltes an Myelo- und Leukocyten, Erythroblasten und Riesenzellen ist ausser den rein physiologischen Faktoren des Alters, der Tätigkeit usw. anzuführen, dass bei den anderen Fällen mit verhältnismässig reichlicheren Markzellen vielleicht eine gereizte, vermehrte Inanspruchnahme des Marks der Röhrenknochen als funktionelles Organ des hämatopoetischen Apparates vorliegt.

Spricht aber nicht Skiba von dem zellreichen, lymphoiden Charakter der roten Markbezirke in den Röhrenknochen normaler Fälle? und haben nicht wir im makroskopischen Teil schon ganz eigentümliche, den Anschauungen Orths u. a. „über den Parallelismus zwischen Ausdehnung der roten Markbezirke und Dauer bezw.

Charakter der Krankheiten" zuwiderlaufende Beobachtungen notiert? So wird es wohl besser sein, dem Falle 41 eine individuelle Deutung zu geben und bei „normalen" Fällen in den roten Markbezirken ein reichliches Vorhandensein der spezifischen Elemente des roten Marks als Regel anzunehmen.

Es ist ferner darauf hinzuweisen, dass die Riesenzellen und die Erythroblasten für gewöhnlich an Zahl im Marke der Röhrenknochen gering bleiben, dass sie aber infolge ungewöhnlicher Bedürfnisse des Organismus vermehrt auftreten. Diesen Gedankengang verfolgend, werden wir bei den Befunden an kranken Pferden weniger auf die qualitativen Markzell-, Fettzell-, Blut- und Gefässverhältnisse, als vielmehr auf den Grad und die Art der quantitativen Ausbildung der Eigenarten zu sehen haben. Wir werden uns also die Wiederholung von folgenden Erscheinungen im einzelnen ersparen dürfen: Entwicklung der Gefässe, lakunäre Bluträume, Verschiedenartigkeit der Riesenzellen, Unterschiede in Grösse und Granulierung eosinophiler Zellen, endlich die Eigentümlichkeiten der Gefässwände.

Die mittleren und grösseren, auffallend starkwandigen Arterien des Fett- und Gallertmarks und solcher lymphoider Bezirke, die ich wegen ihrer Gefässverhältnisse für Neubesiedelungen einstiger Grundmarkbezirke halte, zeigen eine deutliche Zweischichtigkeit der glatten Muskulatur: eine innere Kreisfaserschicht und eine äussere Längsfaserschicht. Besonders in der letzteren, quergetroffenen, sieht man sehr häufig mehr oder weniger netzartige, lockere Strukturen mit verschieden gelagerten, meist zentralen Kerngebilden in vielen der Maschen. Diese Erscheinungen halte ich (zum grössten Teil) für Querschnitte glatter Muskelfasern, deren Protoplasma sich nicht gefärbt hat; eine Deutung, die uns auch durch Schief- und Längsschnitte der Aussenschicht nahe gelegt wird. Solche Muskelzellen wären vorerst wohl als besonders geartet (entartet?) anzusprechen; und zwar infolge der veränderten mechanischen (Strömungs- und Blutdruck-) Verhältnisse im reinen Grundmark gegenüber dem lymphoiden Mark. Ob eine solche Änderung der Beschaffenheit der muskulösen Elemente aus besagtem Grunde etwa an bestimmte Stellen geknüpft ist, z. B. in der Nähe von Teilungsstellen am Übergang vom spongiösen ins Höhlenmark, sich vorfindet, muss durch spezielle topographische Untersuchungen an Schnittserien zu zeigen versucht werden.

Eine andere Erscheinungsform: von bündelartiger Zusammenfassung der äusseren Längsschicht jener Grundmarkgefässe (den Taenien am Caecum und Colon des Pferdes vergleichbar) oder: ein allmähliches Spärlicherwerden der Längsmuskelfasern bietet ebenfalls solch lockere Strukturbilder, deren Gewebscharakter wir dem der ersteren an die Seite stellen. Belege für die beiden Behauptungen bieten die Fälle 30, 41 und 51.

Ferner sah ich bei Fall 40 Bilder, die jenen Erscheinungen zwar hie und da morphologisch ähnlich, aber als Querschnitte von Nervenfasern zu deuten sind und bis jetzt nur an Venenwänden angelehnt gefunden wurden. Längsschnitte dieser Partien ermöglichten, die Nerven als solche einwandsfrei zu erkennen.

Endlich finden sich in der reichlich ausgebildeten Intima mittelstarker Arterien lockere, netzartige Partien, welche ebenfalls nicht selten den vorbeschrie-

benen ähnlich sehen. Diese Gebilde sind als die verschiedenen Möglichkeiten der Intimazellen zu bezeichnen, deren genaueres Studium im Verfolg unserer weiteren Untersuchungen mitbetrieben wird. Fall 30 z. B. bietet solche Gelegenheit.

Jedenfalls aber sah ich nie Strukturbilder in den Wänden der Gefässe auftreten, welche einen Rückschluss auf etwaiges, bei der technischen Behandlung des Materials gelöstes Fett erlauben würden. Dazu fehlten alle sonstigen Erscheinungen des Zerfalls oder etwaige Charakteristika der Fettzellen. Diese Erscheinungen erwähne ich, weil im literarischen Teil die Beobachtung (von Ponfick u. a.) fettiger Entartung von Adventitia und Media der Gefässwände „kleiner Arterien und Kapillaren" bei Typhus und anderen Krankheiten des Menschen erwähnt wurde.

Nicht nur im Fettmark, sondern auch in wenig fetthaltigem, lymphoidem Mark, selbst in spongiösen, roten Teilen der Röhrenknochen (ohne direkte Nähe eingetretener Ernährungsgefässe) fielen, wie schon erwähnt, die arteriellen Gefässe durch ihre starken Wände auf. Kann man aus diesem Vorkommnis nicht (ähnlich wie Kitt) auf eine etwaige Entwicklung solcher lymphoider Markbezirke aus reinem Fettmark schliessen, wo doch die Gefässe regelmässig stärker bewandet sind? Könnte diese Erscheinung also eine Annahme von metaplastischer bezw. hyperplastischer Besiedelung reinen Fettmarks durch spezifische funktionelle Markelemente begründen? Wir müssen die Beantwortung solcher Fragen noch offen lassen. Dazu gehört meiner Meinung nach eine noch mehr ins Einzelne gehende Kenntnis der physiologischen und histologischen Erscheinungsmöglichkeiten des roten Marks der Röhrenknochen erwachsener Pferde.

Nerven sah ich im Fall 40, sonst nirgends in den vielen Präparaten, welche die (stärkeren) Gefässverhältnisse in Fett- und Gallertmark vorführen. Ich erinnere mich aber, dass ich kräftige Nerven (Faserbündel) anlässlich der mit Herrn Dr. Händel gemeinschaftlich ausgeführten Untersuchungen von Schnittpräparaten der Epiphysen im Bereich des Kniegelenks bei Hunden sah. Die dort gefundenen Nervenquerschnitte stammten aus der nächsten Umgebung der Foramina nutritia. Im Innern der Röhrenknochen werden also in der Regel auch nach meinen Beobachtungen nervöse Elemente (Fasern) (auch im Verlauf und in Begleitung grösserer Gefässe) selten zu finden sein. Auf diese Weise lassen sich die im literarischen Teil besprochenen Anschauungen Martins, Stöhrs, Hellys und Skibas (auch Kitts) zwanglos kombinieren.

An diesem Ort lassen sich noch zwei weitere Befunde erwähnen, die ich gelegentlich der Durchsicht meiner reinen Grundmarkpräparate gemacht habe: 1. Die z. B. dem Falle 50 eigenen Gefässbilder, die wir vorerst als obliterierende Arterien ansprechen und deren Bildung wohl mit der Umwandlung des lymphoiden in Fettmark oder, was noch einleuchtender ist, mit der gallertigen Atrophie in Zusammenhang zu bringen wäre; 2. Klappen in grösseren Venen traf ich im Gallertmark des Falles 60 in der Nähe von Verzweigungsstellen.

Nach diesen, an den normalen Fall anschliessenden Bemerkungen seien in Kürze die Befunde im Mark von kranken Tieren referiert: zunächst zwei Pferde aus Gruppe B (Fall 51 und 35).

Das Pferd Nr. 51 war eines plötzlichen Todes gestorben, d. h. bei einer nächtlichen Fahrt auf hügeligem Gelände zusammengebrochen, wobei sich etwas blutiger Schaum aus den Nüstern entleert hätte. Als Ursache dieser Apoplexie fand sich die Ruptur eines Aneurysma der linken Bronchialarterie mit anschliessender Verblutung. Die mediosagittalen Sägeflächen des Femur und Humerus gehören den Gruppen geringer Ausdehnung roter Markbezirke (IIIa bezw. II) an und weisen dadurch wohl mit auf die seitherige Leistungsfähigkeit (äussere „Gesundheit") des Tieres hin.

Den genannten Knochen des 24jährigen Pferdes entnahm ich zur histologischen Untersuchung solche Teile des Höhlen- und Spongiosamarks (Entkalkung!), welche das anscheinend rein fettige „Grundmark" mit enthielten. Es fiel die grosse Menge der normal spezifischen Markzellen auf, und zwar mehr noch im spongiosareichen als im weichen Höhlenmark. Dies gilt auch von den Erythroblasten. Zu jenen ist noch zu bemerken, dass die Zahl der eosinophilen Zellen enorm war und an mononukleären Markzellen gross- und häufig auch atollkernige sich fanden. Die kernlosen roten Blutkörperchen dagegen traf man nur in mässiger Zahl, in der Minderzahl gegenüber den farblosen Elementen. Dementsprechend war die Füllung der auch hier dickwandigen Arterien. Im übrigen fand sich das Blut auch in feineren Bahnen und in das Maschenwerk der Fettzellen eingelagert. An Riesenzellen ist grosser Reichtum; es finden sich solche in geknäueltem Kern in intensiv rotem, üppigem Protoplasma und vielkernige mit unscheinbarem Zellleib; endlich sah ich ab und zu Kerngruppen (s. Besprechung der Riesenzellen) und viel Blutpigment eingelagert. Die roten Markbezirke obiger Zusammensetzung lagen in reinem Fettmark, an dessen Grenzen der Zellreichtum plötzlich nachlässt. Wir haben also bei diesem Pferd 51 einen mikroskopischen Markbefund, welcher keinerlei aussergewöhnliche Erscheinungen zutage förderte.

Das nach Skibas Aufstellung ebenfalls (wie Fall 41 und 51) ins Pferdegreisenalter gehörige Tier des Falles 35 wurde zwecks Nutzung für die Anatomie durch Halsschnitt getötet; es befand sich zwischen 20 und 24 Jahren, hatte zu Reitzwecken gedient und war wegen hoher Atembeschwerde (alveoläres Lungenemphysem) untauglich geworden. Der Ernährungszustand des Pferdes war nicht schlecht, das Fett aber in der Unterhaut und den serösen Häuten von sulziger Beschaffenheit. Die Blutröten auf den Schnittflächen verwiesen das Femur in Gruppe II und den Humerus in Gruppe III; beide Knochen dokumentieren also eine mässige Inanspruchnahme des Marks durch die Blutbedürfnisse im Körper.

Umsomehr fällt bei dem Verblutungstod des Tieres der Reichtum an Blut- und Markelementen in den roten Bezirken auf. Entkalkte und nicht entkalkte Grenzbezirke zeigen im wesentlichen folgendes Bild: viele Fettzellen (auch im lymphoiden Teil), sehr viele Erythrocyten (besonders in der Spongiosa) in teils

weiten, schlaffen, teils engen, derben Gefässen und in den verschiedenen anderen Blutbehältnissen, zahlreiche Normoblasten, eosinophile und andere Markzellen, endlich Riesenzellen und Blutpigment. In der Spongiosa erscheinen die kernhaltigen und die kernlosen roten Blutkörperchen mit den Myelocyten so sehr im Vordergrund, dass sie sogar in ihrem vorwiegend fettigen Mark zahlreicher waren als im spongiosaarmen Bezirk. Dagegen vermissten wir in der Spongiosa den im Höhlenmark sehr grossen Reichtum an Eosinophilen und an Riesenzellen [1]: In den spongiosaarmen Teilen wird die lebhaftere Tätigkeit an der doch in stetigem Auf- und Abbau befindlichen Gestaltung der Markhöhle ihr zahlreicheres Vorkommen erklären. Alles in allem können wir hier von einem funktionell sehr hoch stehenden Mark sprechen.

Fall 35 und 51 aus Gruppe B reihen sich also der Gruppe A ohne Besonderheiten an. Ob dies auch bei den anderen Pferden [2]) der Gruppe B der Fall gewesen wäre, möchte ich immerhin dahingestellt sein lassen.

Es ist aber zu bedenken, dass trotz alledem nur bei Fall 19, dem 18jährigen, auszehrenden Pferd in der Gallertbeschaffenheit des Marks makroskopisch eine Allgemeinschädigung des Körperhaushalts zu konstatieren war.

Fall 67 aus Krankheitsgruppe C betrifft ein 15- bis 18jähriges, in Siechtum gestorbenes Pferd. Ein schweres Nierenleiden mit begleitender Blutzersetzung bedingten sein Absterben in einer Zeit, wo im Organismus wohl schon durch das Alter die Wehrkraft herabgesetzt war und die letzten Vorräte an Reservefett herangezogen werden mussten. Es fanden sich deshalb auch die roten Bezirke in einem ausgesprochen gallertigen Grundmark vor, dessen schleimig-sulzige Konsistenz und durchsichtige, hell glasige, rötliche Beschaffenheit in allen Röhrenknochen eine schöne Änderung bis in feinere Details sichtbar machten. Die Ausdehnung der Blutröten veranlasste zur Einreihung in Gruppe III b (Femur) bezw. I (Humerus); gleichzeitig sei auf die schwarzrote (Humerus) bezw. zum Teil himbeerähnliche, leicht grau nuancierte Farbe (im Femur) der „roten" Markbezirke hingewiesen.

Das mikroskopische Bild des Gallertmarks entspricht in der Hauptsache der Schilderung Skibas. Die schwach bläulich-rosafarbene Grundsubstanz erscheint fast durchweg homogen, manchmal glaubt man mehr oder weniger grosse Platten von nur angedeutet faseriger Struktur (Gerinnung und Kontraktion der schleimigen Substanz) zu erkennen, die zwischen den oft wie kleine, verschiedenst gestaltete Lücken mit schattenhafter Grundfärbung aussehenden, als lockeres, oft unterbrochenes, feinstmaschiges Netz verbundenen Bindegewebszellen liegen. Diese sind

[1]) Die Riesenzellen erscheinen hier in der Mehrzahl einkernig (Kerne tiefblau, oft zackig, oft oval); daneben kommen mehrkernige, plasmareichere (Kerne hellblau, blasig, oval) Riesenzellen und vereinzelte freie Riesenkerne vor.

[2]) Ich denke hier besonders an die beiden Fälle 14 und 42, deren schwere chronische Leiden tiefergehende Prozesse für die Ökonomie des Gesamtorganismus darstellen.

bald kleiner, bald grösser; ihr Protoplasma wechselt sehr in seinen schwachen Umrissen und ihre verschieden grossen ovalen Kerne lassen meist ein deutliches Gerüst erkennen, weil sie hell und klar, d. h. i. a. von schwacher Färbung sind. Dazwischen finden sich vereinzelt nicht selten Fettzellen. Die mittleren und kleinen Arterien sind sehr dickwandig, wie im Fettmark, die Kapillaren und die zweifelhaft zellig-bewandeten Blutbahnen auffallend weit. Die sehr zahlreichen Erythrocyten liegen wohl erhalten, häufig zu sehr grossen Gruppen vereint, in einem an Fett- und Markzellen armen. gallertigen Grundmark, ohne jedoch Gerinnungserscheinungen oder Pigmentablagerungen zu bieten. Auch in den scheinbar reinen Gallertmarkbezirken finden sich (analog wie im Fettmark) ab und zu Markzellen, besonders auch Eosinophile, seltener Erythroblasten, und nur vereinzelt Leukocyten, und zwar um die Gefässe herum und in dem Grundmark zerstreut. Die Gefässwände weisen hie und da die besprochenen Eigentümlichkeiten auf. In den makroskopisch blutrot erscheinenden Bezirken der Spongiosa und des weichen Höhlenmarks finden sich überall reichlichst, um die Gefässe herum kranzartig verdichtet (diesen zwar nicht direkt anliegend, sondern durch eine hellere gürtelartige Zone in Abstand gehalten), alle die verschiedenen Elemente des roten Marks: enorm viele, grobkörnige eosinophile Zellen und noch mehr Pigmentzellen, verschieden grosse, rundkernige Myelocyten und weniger reichlich Leukocyten, ferner sehr zahlreiche Erythroblasten, vereinzelt sogar in Kapillaren. Riesenzellen sah ich ziemlich häufig; die einkernigen liegen mehr vereinzelt, zerstreut und scheinen in Karyolyse begriffen zu sein: ihre Kerne in einem grossen Protoplasma sind mässig, vielgestaltig, wie im Zerfall. Die mehrkernigen haben nur mittlere Grösse und finden sich in Gruppen zu 6 bis 8 Stück beisammen; ihre zahlreichen hellen, gebläht erscheinenden Kerne liegen in einem üppigen, unregelmässig gestalteten, mit Eosin rot gefärbten Zellleib. Pigmentschollen sind auch ausserhalb der Zellen in grosser Menge anzutreffen. In Ansehung der Geschichte des Falles konnten wir etwas Ungewöhnliches erwarten.

In Gruppe D haben wir rasch tödlich verlaufene Fälle von Volvulus des Dünndarms vereinigt. Drei derselben sind unter den Organabdrücken bereits abgehandelt. Drei weitere Fälle (Nr. 34, 58 und 60) werden im Nachstehenden protokolliert. Der erste, ein 4jähriger Wallach schwersten Schlags, zeigt im Obduktionsbilde lediglich frische Erscheinungen, die auf ein schnelles Tödlichwerden der viermaligen Linksdrehung des Dünndarms für das bisher gesunde Pferd schliessen und den Befund ausgedehnter Blutröten im Femurmark (Gruppe III c) etwas auffallend erscheinen lassen, besonders wenn man die langwierigeren, schweren Fälle dagegen hält. Die Blutröten im Fettmark der Oberarmknochen sind bescheiden (Gruppe II).

Der Blutreichtum des makroskopisch reinen Fettmarks erweist sich im mikroskopischen Bilde als sehr gross — bei geringem Gehalt an spezifischen Markzellen. Auch in den „Blutröten“, die sich als reich an spezifischen Markzellen erweisen. dominiert der Blutgehalt: teils als Füllung oft sehr dickwandiger Gefässe, teils als Inhalt grosser dünnwandiger Hohlräume, teils in offenbar wandungslos und lakunös zwischen den Fettzellen gelegenen Erythrocytengruppen, ab und zu mit Gerinnungserscheinungen. Die eosinophilen Granulationen sind etwas weniger grob und treten an Zahl hervor. Erythroblasten, ab und zu in Teilung begriffen, sind

ziemlich häufig, besonders in der Spongiosa, die auch den grössten Gehalt an (besonders einkernigen) Riesenzellen aufweist. Die Pigmentablagerung ist stellenweise sehr reichlich.

Die Fälle 58 und 60, beide mit mehr oder weniger gallertigem Grundmark in den Röhrenknochen, betreffen Tiere, die, in höherem Alter und in mässigem bis schlechtem Ernährungszustand, bei längerer Einwirkung verborgener innerer Schädigungen die Ausbildung von Gallertmark erklärlich erscheinen lassen. Die makroskopischen Befunde in dem Oberschenkel- bezw. Oberarmknochen sind bei beiden Pferden ähnlich: in jenem ziemlich kräftige Blutröten (Gruppe II), in diesem nur solche von geringster Ausdehnung (Gruppe I bezw. VIIa). Im mikroskopischen Bilde dagegen gibt es Unterschiede, deren Gründe in den Krankheitsentwicklungen zu suchen sind.

Zunächst ist die Vergallertung in Fall 58 noch in den Anfängen, d. h. die Maschen zwischen den Zellen des Fettmarks erscheinen verbreitert. In der Spongiosa und in lymphoiden, fettreichen Bezirken fehlen die Zeichen gallertiger Entartung. Die Umwandlung von Fett- in Gallertmark beginnt in den reinen Fettmarkbezirken! Und solche Stellen bietet uns dieser Fall. Wir sehen also auch die feinsten Faserungen des Gallertmarktypus, bei dem die Fettzelle eine kümmerliche Rolle spielt. In Fall 60 herrscht das Gallertmark vor: die Fettzellen treten nur mehr in den roten Bezirken auf. Der Blutgehalt ist sehr gross, so dass die reichlichen spezifischen Markelemente ab und zu in den Hintergrund gedrängt werden. Durch natürliche Gefässinjektion werden die Blutbahnen markiert: besonders der Verlauf dünnwandiger, weiter Bahnen längs der derben, kleinen Arterien und ihre jähen Übergänge ineinander. In Fall 58 treten die myeloischen Zellen gegenüber den Leukocyten an Zahl zurück. Die Eosinophilie der Granula ist geringer, die Körnchen sind nicht so grob wie in Fall 60, wo die Eosinophilen (wie auch in dem Gallertmark des Falles 67) so sehr sich vordrängen. Die Erythroblasten sind bei Pferd 58 in mässiger Anzahl und in kleineren Formen, bei Pferd 60 sehr reichlich als grosse und mittlere (oft zweikernig) zu finden. Die Riesenzellen erscheinen überall sehr zahlreich (in der Spongiosa von Fall 58 besonders gehäuft). Pigmentablagerungen treten desto gröber hervor, je mehr das Grundmark im gallertigen Zustand sich befindet.

Von den spezifischen Markelementen werden keine vermisst, so dass auch hier der Schluss wohl berechtigt erscheint: in den grossen Röhrenknochen auch älterer Tiere erhalten sich — oder restituieren sich — vollwertige Blutbildungsstätten bei Schwankungen im Stoffwechselgleichgewicht, die mit einem besonderen Mehrbedürfnis an Blutelementen verbunden sind. Zu Fall 66, 69 und 71 ist noch zu bemerken: der Lokalbefund im Darm der Pferde 66 und 69 lässt auf einen langsameren, der von Pferd 71 auf einen schnelleren Verlauf der tödlich gewordenen Krankheit schliessen. Die Schnittflächenbilder der Röhrenknochen lieferten bei Fall 66 (Hu u. Fe geringe bezw. mässige Blutröte) und 71 (Hu: II; Fe: IIIb) etwa ähnliche Grade mässiger Blutröte, während Fall 69 (Hu IV; Fe: I) bei seiner

schweren Krankheit den geringsten Grad der Ausdehnung des roten Markbezirks in Femur und Humerus aufwies, was noch mehr darauf deutet, dass in erster Linie individuelle Faktoren im normalphysiologischen Wachsen und Werden die Grösse der Blutröten bestimmen. Bei Volvulus des Dünndarms, dessen tödliche Gefahr doch gerade in den mechanischen[1]) Störungen des Blut- (und Lymph-) Kreislaufs mit besteht, entstehen, ausserhalb der gesperrten Gefässgebiete mancherorts übergrosse Blutfüllen, auch im Mark der Röhrenknochen: Nur die enorme Hyperämie in den myeloischen Bezirken erscheint als Reflex des tödlichen Leidens im Mark; während die Ausdehnung und Grösse der makroskopisch dunkelroten Gebiete, die histologisch sich als Blutbildungsstätten erweisen, als eine Erscheinung des gesunden Tierkörpers aufzufassen ist.

Die Vertreter der Gruppe E haben leider nur eine sehr unzulängliche histologische Prüfung erfahren. Das 7jährige, an Achsendrehung des Colon ascendens gefallene Pferd (Fall 46) weist insbesondere schön reines Fettmark und die schon mehrfach erwähnten Blut- und Gefässverhältnisse auf. Auch in den Markzellbestandteilen verhielt sich der Fall ganz dem normalen entsprechend. Es erscheint mir aber für exakte Schlüsse nicht angängig, die vorstehend geschilderten Erfahrungen bei Tieren mit entsprechenden Wegsamkeitsstörungen in den Dünndarmteilen ohne weiteres auf die Gruppe E zu übertragen. Eine dazu berechtigende Untersuchungsreihe wäre erst aufzustellen.

Die beiden Fälle (30 und 68) der Gruppe F: tödlich gewordene Bauchfellentzündungen. Fall 30, eine 6jährige Stute, fiel an den Folgen der Kastration. Die Blutröten im Femur sind von mässiger Ausdehnung (Gr. III b), die im Humerus sehr bescheiden (Gr. VII a).

Trotz der starken Blutzersetzung und Fäulnis bieten die vorzüglich fixierten Schnittpräparate keinen ungewöhnlichen Blutgehalt im Fettmark, noch in den lymphoiden Bezirken; die Blutverhältnisse haben die vorbeschriebenen Eigenheiten. Unter den spezifischen Markelementen fällt der Reichtum an Riesenzellen aller Stadien, die Mässigkeit im Auftreten der eosinophil granulierten Markzellen und Erythroblasten auf. Die übrigen Zellformen und die Pigmentablagerungen bieten nichts besonderes.

Dass die geringe Zahl der Eosinophilen und Erythroblasten nicht etwa der Krankheit eignet, wird durch die enorme Anzahl eosinophiler Granulocyten und die Erythroblastenbefunde bei dem zweiten Fall der Gruppe F (Nr. 68) bewiesen. Dieses 11 Monate alte Pferd starb an den unglücklichen Folgen einer wiederholten Umbilical-

---

[1]) Dabei bin ich mir aber selbstverständlich wohl derjenigen Noxen bewusst, die in zweiter Linie sich entwickeln: Blutvergiftung durch Darmfäulnis, Blutverluste usw.

Hernienoperation. Seine Jugendlichkeit erklärt die Einreihung seines makroskopischen Femur- und Humerusbildes je in Gruppe II. Ferner wurde bei Besprechung der Organabdrücke auf den grossen Blutreichtum hingewiesen. Dem spärlichen Vorkommen von Riesenzellen und Pigment möchte ich eine individuelle Deutung geben. Zusammenfassend konstatiere ich bei Fällen höchstgradiger Affektion des Blut- und Lymphapparates, dass (ausser etwaiger Blutfülle) keine Zeichen zu finden waren, die sich als Reflex der Krankheit im Mark der Röhrenknochen deuten lassen.

In Gruppe G begegnet uns einer der Sonderfälle (Nr. 24) mit „rotfreiem" Oberarmbein. Dieses Tier starb an den septischen Folgen einer Hufknorpelfisteloperation, gibt aber durch das Femurschnittflächenbild (Gruppe IIIa) und durch den Mangel umschriebener Blutröte im Humerus zu erkennen, dass nicht allein histologisch (s. unten), sondern auch makroskopisch das Mark der grossen Röhrenknochen den schwersten, mit Haemolyse einhergehenden Krankheiten gegenüber sich ziemlich unabhängig, indifferent verhält. In dieser Richtung beweist auch der andere Fall (72) der Gruppe G, der bei den Organabdrücken besprochen wurde und trotz der weitestgehenden und tiefgreifenden septikämischen Affektionen und trotz des verhältnismässig langsamen Krankheitsverlaufs im Oberschenkelbein eine mittlere, im Oberarmbein sehr geringe Ausdehnung der Blutröten aufwies.

Die mikroskopischen Befunde beider Fälle bieten nichts Neues. Das geringere Vorkommen eosinophiler Granulationen (Fall 72) kann individuell begründet sein. Der Blutreichtum ist nicht krankhaft.

Bessere Grundlagen für etwaige Charakteristika bieten die an Starrkrampf und seinen Begleiterscheinungen gefallenen 6 Pferde (Gruppe H). Vier davon (Fall 28, 78, 81, 83) litten an der bei Tetanus häufigen brandigen Lungenentzündung. Solche Komplikation sollte nach der bisherigen Anschauung vom Einfluss der Krankheitsintensität und -dauer einen Reflex im Markbild erwarten lassen. Zwar bin ich mir wohl bewusst, und habe ich schon mehrfach erwähnt, dass individuelle Momente (Alter, Ernährung, Arbeitsleistung, Pflege usw.) wohl in der Hauptsache die oft recht bemerkenswerten Unterschiede der Markbefunde bedingen; dennoch und gerade deshalb verweise ich auf diese Pneumoniefälle. Ist es nicht auffallend, dass z. B. bei Pferd 78, dessen Obduktion die schwersten Begleit- und Allgemein-Erscheinungen erkennen liess, das Schnittflächenbild der beiden grössten Röhrenknochen je den geringsten Grad von Blutröte (je Gruppe I) aufweist? Dem makroskopisch negativen Befund entspricht der mikroskopische (s. Organabdrücke). Fall 81 und 83 zeigen ferner geringste Grade von Blutröte des Humerusbildes, während im

Oberschenkelknochen mittlere Ausdehnung der roten Bezirke bestand. Fall 28 allein hat — ähnlich wie die reinen Tetanusfälle (Gruppe II und IV) — auch im Oberarmbein einigermassen (Gruppe VII b) bemerkenswertere Blutröten; die Femurbilder entsprechen einander etwa bei sämtlichen Angehörigen dieser Gruppe. Aus diesen Tatsachen erhellt schon, dass trotz der enormen Intensität und Ausbreitung der Krankheitserscheinungen, auch bei längerer Dauer des Leidens ein Einfluss auf das Mark der Röhrenknochen beim Pferde insofern nicht zu konstatieren ist, als die immerhin mögliche Ausdehnung der Blutröten offenbar, unabhängig von den in Rede stehenden Krankheiten, einzig und allein von physiologischen Faktoren bedingt wird und — wie aus dem Folgenden ersichtlich — die der roten Markbezirke stets insofern gleichbleibt, als sie auf eine funktionelle Vollwertigkeit schliessen lässt.

Die verhältnismässige Armut an eosinophilen Markzellen und kernhaltigen roten Blutkörperchen im Mark der Pferde 78 und 81 wurde schon oben hinsichtlich der Krankheit als prinzipiell belanglos bezeichnet. Dies erscheint noch mehr berechtigt, wenn man erfährt, dass die übrigen 4 Tetaniker sowohl an eosinophil granulierten Markzellen als an Erythroblasten sehr reich waren. Der Blutgehalt ist in allen 6 Fällen sehr gross. Unter den 4 Pferden, deren Röhrenknochenmark in Paraffinschnitten untersucht wurde, zeigt eines (Fall 39) gallertiges Grundmark. Fall 28 und 83 bieten in reinem Fettmark lymphoide Bezirke, deren Gehalt an spezifischen Elementen im allgemeinen sehr gross ist. Pferd 28 steht schon in hohem Alter (15j.), während Fall 83 ein jugendliches Tier (4j.) betrifft. Die an Fettzellen sehr reichen roten Markbezirke des letzteren machen jedoch auch infolge ihrer massiven Gefässverhältnisse zum Teil entschieden den Eindruck, als ob man es hier mit reaktiviertem Grundmark zu tun hätte, während die Blutröten des alten Tieres zarte — ich möchte sagen „funktionell mehr labile“ — Gefäss- und Stützsubstanzverhältnisse bieten. Die kernhaltigen roten Blutkörperchen erscheinen in Fall 28 häufig als Megaloblasten, während bei Fall 83 Normoblasten mit Knäuelkernen und Teilungszuständen die Regel bilden. Die Körnelung der Eosinophilen ist in der Regel grob; doch sah ich bei Pferd 83 (und 48) auch feinere Granulationen. Die Riesenzellgebilde traf ich durchweg in sehr grosser Anzahl und in den verschiedensten Stadien. Pigmentzellen und freies Pigment sah man bei dem alten Tier reichlicher als bei dem 4jährigen.

Fall 48, ein ebenfalls 15jähriges Pferd mit Fettmark, fiel an Starrkrampf ohne Komplikation.

Es hat mit Fall 83 die enorme Blutfülle, den Reichtum an Fettzellen im lymphoiden Mark und die Granulationsnuancen der unzählig vielen, oft in Nestern vereinigten Eosinophilen gemein; die Erythroblasten sind klein und häufig zweikernig. Pigment findet sich reichlich. Die Riesenzellenbefunde gleichen denen bei Pferd 28, 78, 81 und 83. Ausser sehr weiten kapillaren Räumen, die wohlfixierte Erythrocyten enthalten, sieht man bei Fall 48 schwach gefärbte, blassbläulichrote, homogene Gerinnungsinseln.

Der letzte Fall dieser Gruppe (Nr. 39) bietet, wie schon erwähnt, seine Blutröten in einem makroskopisch typischen, gallertigen Grundmark.

Die histologischen Bilder lassen aber mancherorts noch Fettmarkbezirke oder wenigstens ein fettzellenreiches Gallertmark erkennen; erst in der Spongiosa werden die Fettzellen mehr und mehr oval, rücken auseinander und treten an Zahl zurück. Die Gefässe haben meist dicke Wände. Erythrocytenherde ohne eigentliche Bewandung trifft man in der Spongiosa häufig. Im übrigen stimmt mutatis mutandis die Zusammensetzung der lymphoiden Markbezirke mit der bei Fall 83 und 48 geschilderten überein.

Ganz besonderes Interesse erheischt nach den voraufgegangenen Literaturbemerkungen die Gruppe J: die Fälle von Hämoglobinaemie. Wenngleich die Krankheitsgruppen noch eine besondere Besprechung erfahren werden, so schenke ich doch den Fällen von Hämoglobinaemie insofern schon hier eingehendere Beachtung, als ich auch die nicht mikroskopisch verarbeiteten Fälle bezüglich des makroskopischen Markbefunds hier schon mit erwähne. Es fällt stark auf, dass trotz den diskutierten Aufstellungen Schlegels u. a. meine Befunde an typischen Hämoglobinaemiefällen weder in der Beschaffenheit des Grundmarks noch in der Ausdehnung und dem Charakter der roten Markbezirke Besonderheiten gegenüber den normalen Pferden lieferten. Pferd 25 gehört zu den 18 Sonderfällen mit rotfreiem Oberarmknochenmark. Die von mir schematisch verwerteten Fälle 6, 26, 27, 50 und 82 zeigen ferner geringste (Fall 6, 26, 27 und 82) bezw. nur mässige Ausdehnung (Fall 50) der Blutröte im Humerus. Die Schnittflächen der Oberschenkelknochen bieten geringe (Fall 25 und 26) bezw. nur mässige Ausdehnung des roten Marks. Der Charakter des durchweg rein fettigen Grundmarks und die roten Bezirke halten sich in den auch sonst gefundenen Farben- und Konsistenz-Nuancen; und dies alles, trotzdem die Obduktionsbefunde schwere Organschädigungen und Blutzersetzung erkennen lassen. Für die histologische Beweisführung und Stütze meiner nicht allein dastehenden, die Schlegelsche Lehre abweisenden Behauptungen dienen die Paraffinschnitte von Fall 25 und 50. Bei beiden Pferden dienen die aus spongiösem und Höhlenmark entnommenen Markteile der Oberschenkel-, Oberarm- und Unterschenkel- bezw. Unterarmknochen im Grunde nichts Besonderes.

Aus 6 bezw. 7 verschiedenen Partien des reinen Grundmarks, der Blutröten und der Grenzzonen weisen die Bilder je zwischen Vorder- und Hintergliedmassen keine wesentlichen Unterschiede auf. Stets fiel zunächst in allen roten Markbezirken die Armut an Fettzellen und ihr trotz sehr starkem Blutgehalt noch vorwiegend zelliger Charakter auf. Bei Pferd 50, das einem akut verlaufenen Fall erlegen ist und ein „nur" gut genährtes Tier schwersten Schlages im Alter von 9 Jahren war, lässt sich im fettigen Grundmark der grössten Röhrenknochen, besonders des Femur, schon hie und da ein deutlicher Ansatz zur gallertigen Degeneration konstatieren, der sich in einem Breiterwerden der Maschenzüge und durch darin auftretende Gerinnungsbilder (feinste Faserzüge, von Stützzellen ausgehend) demonstriert. Diese Erscheinung ist aber bei dem raschen und heftigen Verlauf des tödlichen Leidens

sicherlich auf Ursachen zurückzudatieren, die vor dessen Eintritt das Mark beeinflussten. Nicht aber auf dieselben Ursachen, welche die Ausdehnung und den vorwiegend myeloischen Charakter der Blutröten und die bei Fall 50 auffallende Armut an eosinophil granulierten Markzellen bedingt haben. Denn als Wirkung der Hämoglobinaemie kann ich letztgenannten Umstand schon deshalb nicht gelten lassen, weil in Fall 25, der dazu noch einen subakuten Verlauf genommen hat, gerade das Vorhandensein von Eosinophilen so überaus stark in die Erscheinung tritt. Für die Ansicht, dass in beiden Fällen die roten Markbezirke dauernd arbeitende Blutbildungsstätten darstellen, sprechen auch die zahlreichen und in allen möglichen Stadien vorhandenen Erythroblasten, Myeloblasten und Riesenzellen, ferner die wenigen starkwandigen Gefässe einerseits und die feinsten, kapillarnetzartigen und lakunären Blutbahnen andererseits, die mit Erythrocyten gefüllt erscheinen. Blutpigment sieht man sehr häufig in körnig-scholligen Konglomeraten. Die entkalkten Präparate aus Spongiosa zeigen im allgemeinen dasselbe Bild.

Überblickt man diese Befunde und fasst sie hinsichtlich der Frage einer Mitaffektion des Marks der grossen Röhrenknochen bei akuter Kreuzlähme (Hämoglobinämie) zu einem Urteil zusammen, so muss jene bestritten und der Hämoglobinaemie eine regelmässig schädigende oder gar spezifische Nebenwirkung auf das Mark der Röhrenknochen abgesprochen werden.

Die Fälle von Gehirnentzündung (Gruppe K), das Pferd mit Morbus maculosus (Gruppe L) und der Nephritiker (Gruppe O) können hier nicht mitbesprochen werden, da von ihnen kein Material zur histologischen Untersuchung kam, vielmehr sind wir bezüglich der drei Gruppen K, L und O lediglich auf den makroskopischen Befund angewiesen (wie bei den Gruppen E und G).

Dagegen sind von den in Gruppe M zusammengefassten 11 Fällen von Lungen-(Brustfell)entzündungen (Brustseuche), 4 histologisch verarbeitet: Fall 29, 40, 49 und 56. Durchweg haben wir es mit weit und tief greifenden Organschädigungen auf infektiöser Basis zu tun, mit einer Krankheit, die durch die Allgemeinwirkung ihrer Stoffwechselgifte oder vielmehr derjenigen ihrer noch fraglichen Erreger besonders bekannt ist.

Was zuvörderst die Ausdehnung der Blutröten im Oberarmknochen anlangt, so fällt auf, dass das Pferd Nr. 40 jegliche rote Markpartie vermissen lässt, dass ferner Fall 49 und sogar der mit Druse komplizierte Brustseuchefall (Pferd 56) nur geringste (Gruppe II) bezw. recht mässige Ausdehnung der Blutröte aufweisen. Nur Fall 29, das erst 3-jährige, jüngste der in Frage kommenden Pferde hatte viel Rot auf der Schnittfläche des Humerus; doch schreibe ich diesen Reichtum an rotem Mark normalen Faktoren zu. Die Femurschnittflächen verwiesen alle 4 Fälle in Gruppe II. Haben wir bei der Brustseuche makroskopisch keinen Einfluss auf die Ausdehnung der Blutröten im Mark der grössten Röhrenknochen konstatieren können,

so bedarf es nur noch des nachfolgend erbrachten Beweises, dass auch in der geweblichen Struktur keine Ungewöhnlichkeiten zu eruieren sind, um eine den Erwartungen entsprechende mehr oder weniger regelmässige Allgemein- oder gar eine spezifische Wirkung der mir zur Untersuchung stehenden Krankheiten auf das Mark der grossen Röhrenknochen beim Pferde zu leugnen.

Ähnlich wie Fall 50 aus Gruppe J, nur in bedeutend schwächerem Masse zeigt das Pferd Nr. 49 auch in den Präparaten aus dem Oberschenkelknochenmark die Anfänge und Übergänge zur gallertigen Atrophie des Fettmarks. Die feinfaserigen Strukturbilder in den breiter gewordenen Maschenzügen zwischen den oft noch zart verbundenen Fettzellenkomplexen sind jedoch selten, trotzdem mit blossem Auge eine sulzige, gallertige Beschaffenheit des Femurmarks erkennbar war. Die anderen 3 Fälle bieten rein fettiges Grundmark dar, in welches ein (im Fall 29 und 49) fettzellarmes, durchweg sehr blutreiches und an spezifisch myeloischen Zellen reiches lymphoides Mark eingelagert war. Riesenzellen fanden sich überall in grosser Menge und in den verschiedensten Erscheinungsformen. Der Gehalt an Erythroblasten wechselte insofern, als Fall 40 und 49 sehr viele, Fall 29 und 56 weniger zahlreiche (auch Megaloblasten) enthielten. Die Zahl der Eosinophilen variierte in ähnlicher Weise: Pferd 40 und 49 waren besonders reich an solchen, während diese bei den zwei anderen Pferden weniger in den Vordergrund traten. Hand in Hand damit ging das Hervor- bezw. Zurücktreten der leukocytären Elemente. Den roten Markbezirken dieser Fälle wäre demnach eine höhere funktionelle Bedeutung beizumessen als denen von Fall 29 und 56. Dieser Schluss gewinnt an Bündigkeit, wenn man die Gefässbefunde dazu nimmt: bei den letztgenannten Tieren fällt die Dickwandigkeit der Gefässe, bei ersteren die Zartheit der Bluträume auf (weite Kapillaren, Erythrocyten in alveolären und lakunären Räumen, an deren Peripherie oft Erythroblasten auftauchen). Anzufügen sind noch die in einigen Präparaten (von Fall 29 und 40) hie und da gefundenen Partien geronnenen Blutes. Pigment fand sich in allen Fällen (nicht selten; aber auch hierin treten Fall 40 und 49 durch grösseren Gehalt hervor. Die Präparate aus spongiösen Bezirken bieten keine wesentlichen Unterschiede: nur erscheint der Blutreichtum noch stärker. (Über die Nervenbefunde bei Fall 40 siehe oben!)

Gruppe X enthält ebenfalls infolge von Lungenentzündungen gestorbene Pferde; aber ursächlich von den Brustseuche-Pneumonien verschieden. Die Fälle 65 und 70 gehören ätiologisch (als Pneumonien auf septikämischer Basis) zusammen, während Pferd 31 eine brandige (Fremdkörper-) Lungenentzündung aufweist. Fall 65 zeigt trotz mehrere Wochen langer Dauer seiner septikämischen Affektionen einen „rotfreien" Humerus (mit reinem Fettmark) und im Oberschenkelknochen, wie das 5-jährige Pferd Nr. 70, dessen Oberarmbein nur mässig ausgedehnte Blutröte enthält (Gruppe V), rote Markbezirke von nur mittlerem Grade. Nur Fall 31 weist im Humerus bedeutendere rote Markbezirke auf (Gruppe VII c); sein Femur dagegen hält sich in mässigen Grenzen (Gruppe III b). Jene Erscheinung führe ich nicht auf das tötlich gewordene Leiden zurück, gebe ihr vielmehr eine individuelle Deutung; ich leite die Berechti-

gung dazu auch aus der Tatsache ab, dass die beiden anderen Fälle von Lungenbrand (Nr. 16 und 74) in ihren Oberarmknochen trotz gleichfalls schwerster Krankheitserscheinungen nur geringe Bezirke von blutrotem Mark enthielten.

Von den drei Fällen der Gruppe N wurden zwei in Schnittpräparaten und zwei in Organabdrücken untersucht. Fall 65 fand doppelte Bearbeitung; Fall 31 liegt in Paraffinschnitten vor; von Fall 70 besitzen wir nur die Klatschpräparate. Da letztere, wie schon oben betont, uns nichts von der Norm Abweichendes bieten, sehe ich von weiteren Details über Fall 70 ab und diskutiere den in doppelter Weise geprüften Fall 65 insofern, ob und wie die Befunde in den Organabdrücken mit denen in den Schnittpräparaten sich decken. Wir finden bei diesem Vergleich, dass jene Methode wohl die gröberen prinzipiellen Verhältnisse dartut (siehe oben), dass aber die Paraffinschnitte erst vollauf befriedigende Sicherheit geben. Man sah zwar schon in den Abdrücken die Spärlichkeit an Fettzellen in ausgesprochen lymphoidem Mark, das Zurücktreten der eosinophilen gegenüber den anders granulierten und granulafreien Myelo- und Leukocyten, das mässige Auftreten von Erythroblasten und den grossen Reichtum an Riesenzellen. Die an Fettmark erinnernden, oft groben Gefässverhältnisse, die vielen und grossen lakunären Erythrocytenkomplexe mit peripherer Einlagerung kernhaltiger roter Blutkörperchen, die bevorzugte Lage der zahllosen Riesenzellen in den Maschenecken und ihr Vorrücken bis zur Fettmarkgrenze, endlich die mässigen Pigmentablagerungen sind natürlich erst in den Schnittpräparaten zu sehen. Die Präparate von Fall 31 demonstrieren gleichfalls den ausgesprochen lymphoiden Charakter der Blutröten und deren ganz enormen Blutreichtum, welcher in dickwandigen Arterien, weiten, grossen Venen, ausgedehnten Lakunen und Kapillaren enthalten ist. Das Blut zeigt zum Teil zentrale Gerinnungserscheinungen in den grossen Venen: peripher sehen wir aber noch wohlgestaltete Erythrocyten. An Erythroblasten verschiedener Form und Grösse ist hier grosser Reichtum, noch mehr an Riesenzellen aller Stadien. Erythroblasten wie Riesenzellen zeigen die (bei Fall 65) erwähnten Lageeigentümlichkeiten. Die Zahl der Eosinophilen ist stellenweise sehr gross, im allgemeinen mässig. Pigmentkörner sieht man nicht häufig. Das Grundmark von Fall 65 und 31 hat reinen Fettgewebscharakter.

III. Gruppenweise zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse makro- und mikroskopischer Untersuchung bei 120 Obduktionen.

Durch die bisherigen Ausführungen wurden nach und nach etwaige Erwartungen, eine Pathologie (oder besser eine Sympathologie) des Knochenmarks auf Grund unserer Befunde im Mark der Röhrenknochen des Pferdes aufstellen zu können, getäuscht. Wir haben vielmehr erkennen müssen, dass dem makro- und mikroskopischen Markbild unserer Objekte zwar eine mehr oder weniger grosse Variabilität bezüglich der Ausdehnung roter Markbezirke und der prozentualen Zusammensetzung der Markelemente eignet, dass diese jedoch mindestens vorwiegend individuellen Gründen, nicht wohl aber (ohne weiteres) sympathischen Störungen zuzuschreiben ist. Nachdem die

Bildung von Gallertmark lediglich auf mehr oder weniger starke, noch nicht definierbare und mit assimilatorischen Ernährungsstörungen jedoch unbedingt verbundene, krankhafte Wirkungen zurückgeführt wurde, liegt ferner der Gedanke nahe, dass ein derartiger Organismus, zunächst ganz im allgemeinen an seiner reaktiven Elastizität einbüsst. Bei blutzerstörenden Krankheiten wäre somit eine erklärliche Folge, dass in gallertigem Grundmark die theoretische Möglichkeit der meta- und hyperplastischen Vergrösserung der Blutbildungsstätten praktisch behindert würde. Mit andern Worten: ein etwaiger Befund auffallend geringer Lymphoidmarkbezirke bei schweren und langwierigen Krankheiten (deren Wirkung bei reinem Fettmark in den grössten Röhrenknochen eine Meta- bezw. Hyperplasie funktioneller Markgebiete bedingt hätte) ist im Gallertmark denjenigen Ursachen zuzuschreiben, welche die Chylifikation vor Eintritt und während des Verlaufs der hämolytischen Krankheit hintangehalten, gestört haben. Dabei ist es natürlich nicht ausgeschlossen, dass eines und dasselbe Leiden die Schädigungen beider Stoffwechselgebiete herbeiführen kann.

Die da und dort enthaltenen Betrachtungen über die Pathogenese der Störungen des Körperhaushalts bezüglich der funktionellen Sympathie des Marks der Röhrenknochen möchten nach meinem Erachten eine zureichende Vorbereitung enthalten, um die Kürze der nun folgenden kritischen Zusammenstellungen der in 14 Hauptgruppen gefassten 120 Obduktionen zu rechtfertigen, denen ich passenden Orts, gewissermassen als Ergänzung und Vergleich, jeweils die Fälle der Sticker'schen Kasuistik (aus dem Jahr 1887) anfügen werde.

Als notwendigste Gesichtspunkte erwähne ich bei jedem Fall: Das Alter, den Ernährungszustand, das Hauptsächlichste aus den Protokollen, insbesondere den Milzbefund und, wo möglich, die Gelenksleiden, ferner den makroskopischen Knochenmarksbefund (in der Regel durch Charakterisierung des Grundmarks und durch Nennung der betreffenden Blutrötengruppe des Oberarm- und Oberschenkelknochenmarkbildes) und die mikroskopischen Untersuchungsergebnisse. Endlich kommen noch bei 15 meiner Fälle Funde von „Blutröten an ungewöhnlichen Orten" hinzu. Aus diesen Faktoren suchen wir uns nach Möglichkeit zunächst ein die Fälle jeder Gruppe gemeinsam charakterisierendes Urteil zu bilden. Und zwar muss es uns darum zu tun sein, das Gebiet normaler Möglichkeiten hinsichtlich des Knochenmarkbefundes abzugrenzen. Ferner gilt es, die Frage der Bedeutung von Milzschwellungen im allgemeinen und besonders hinsichtlich ihrer so oft betonten Beziehungen zu dem lymphoiden Markbild der Röhrenknochen zu klären; endlich soll aus den gegebenen Fällen das Ineinanderübergreifen von Gelenks- und Knochenmarksaffektionen eruiert werden.

Gruppe A. Unglücksfälle.

Die hier vereinigten 9 Pferde sind in den Protokollen die Nummern 10, 15, 41, 73, 79, 98, 101, 107, 108.

Die drei erstgenannten Fälle betreffen Splitterfrakturen der knöchernen Hüllen des Gehirns und Rückenmarks und haben weniger durch den Blutverlust als durch zentrale Schädigungen einen raschen Tod herbeigeführt; während die übrigen 6 Tiere infolge ihrer mannigfaltigen Rippen-, Becken-, Wirbelbrüche bezw. (Fall 79) Knochenabsprengung unter Gefässzerreissungen, mehr oder weniger gründlich verblutet sind. Das Alter der Tiere (excl. Fall 10 mit 3½ bis 4 Jahren und Fall 15 und 41 mit 23 bezw. 20 Jahren) ist zwischen 10 und 13 Jahren. Der Ernährungszustand der in der Zeit der Leistungsfähigkeit vom Unglücksfall betroffenen (abgesehen von dem abgemagerten, emphysematischen Pferde Nr. 73) gesunden Tiere ist nur bei Fall 15 schlecht; sonst schwanken die Grade zwischen mässiger (98 und 108) und sehr guter (10) Ernährung. Der Befund im Mark der Röhrenknochen zeigt nur geringe Unterschiede im Blutgehalt des überall vorhandenen Fettmarks und bei dem 10-jährigen Asthmatiker etwas grösseren Saftreichtum. Zur Ausbildung gallertiger Atrophie kam es weder bei dem schlechtgenährten 23-jährigen Pferd, noch bei dem Asthmatiker; vielmehr müssen bei letzterem, der immerhin die bedeutendste Humerus-Blutröte in Gruppe A aufweist, weniger chylöse als vielmehr hämale Störungen die Abmagerung bedingt haben. Der allgemeine Blutreichtum des Grundmarks bei Fall 10, 15, 73 und 79 lässt sich entsprechend den auch in anderen Organgebieten massgebenden Faktoren befinden; man muss für das Mark die Eigenschaft eines ziemlich zähen Festhaltens der Blutfüllung in Anspruch nehmen, so, dass auch verblutete Tiere noch die vor dem Tode gewesene Gefässinjektion zeigen. Die Oberarmknochen der in Rede stehenden Pferde haben entweder gar keine (Fall 41, 107 und 108) oder nur geringste Blutröten; von Fall 73 war schon oben die Rede. Fall 41 und 108 zeigen die geringste Ausdehnung lymphoiden Marks in den Röhrenknochen und jener zugleich, wie auch Fall 10, Blutröte im spongiösen Caput femeris. In den Oberschenkelknochen machten sich bei den übrigen 7 Fällen (10, 15, 73, 79, 98, 101, 107) die Blutröten in mittleren oder auch ziemlich starken Graden (10, 79, 101) geltend.

Diese 8 bezw. 9 mehr oder weniger plötzlich vom Tode überraschten gesunden Pferde lehren uns, dass ein Altersunterschied zwischen 3½- und 23 Jahren beim Pferd an sich keinen wesentlichen Einfluss auf Sitz noch Ausdehnung lymphoider Markbezirke hat; ebensowenig der nicht durch krankhafte Schädigungen bedingte Ernährungszustand. Für das Grundmark gilt dasselbe. Ferner wäre noch die Zähigkeit des Markes im Festhalten des Blutbildes zu betonen.

Milzschwellungen konstatierte ich in fünf Fällen; bei Fall 15 und 75 finde ich die hyperplastische Vergrösserung begreiflich, bedingt durch Stoffwechseldepressionen. Wie soll man sich jedoch die hyperämischen Schwellungen von Fall 41 und 101 und die gemischte von Pferd 10 erklären, wenn man nicht rein physiologische, schnell vergängliche, wechselnde Zustände des Organs in ihnen sieht? Dabei fällt es aber immer noch auf, dass das an Verblutung gestorbene Pferd 101 so viel Blut in der Milz zurückhielt. Oder wären gar auch die „nicht geschwollenen“ Milzen der Fälle 79, 98, 107 und 108 nicht eine Folge innerer Verblutung, sondern das Abbild des Organzustandes im Augenblick vor Eintritt des Unglücks? Hiernach

möchte man höchstens bei Fall 73 von funktionellen Wechselbeziehungen zwischen Milz und Knochenmark reden können. Bei Fall 15 hatten die Ursachen zur Milzvergrösserung wohl einen chylösen Charakter.

Die weitere Verwertung der histologischen Befunde (Fall 41 und 79) erlasse ich mir bei dieser Gruppe, da jene uns ja (im Verein mit Skibas Aufstellungen) im histologischen Spezialteil interessiert haben.

Gruppe B. Schlagartig gestorbene oder wegen chronischer (latenter) Krankheiten und Altersschwäche getötete Pferde.

Es handelt sich zunächst um vier wegen Unbrauchbarkeit und hohem Alter getötete, schlecht genährte Pferde: Fall IX, 6-jährig, abgemagert, mit hochgradigem Lungenemphysem behaftet; Fall 35, etwa 24-jährig, schlecht genährt, ebenfalls stark dämpfig; Fall 14, 8-jährig, sehr abgemagert, an chronischer tuberkulöser Auszehrung leidend; Fall 77 etwa 18-jährig, greisenhaft, mager, melanomatös. Der Markbefund der beiden ersten und des dritten Falles erinnert an Nr. 73 der vorigen Gruppe. Stets fand sich trotz des zum Teil recht hohen Alters und des bei Pferd IX und 35 auch durch indirekte, hämale Störungen verursachten schlechten Ernährungszustands und trotzdem das Pferd 35 sogar durchweg sulziges Körperfett aufwies, in den Röhrenknochen reines Fettmark. Wiederum konstatieren wir dagegen eine ziemlich bedeutende Ausdehnung des lymphoiden Marks, auch im Oberarmknochen (Fall IX: Humerus in Gruppe III, Femur in Gruppe III b; Fall 35 Humerus in Gruppe III, Femur in Gruppe II; Fall 77 Humerus gering, Femur: III b). Fall IX weist sogar in der proximalen Epiphysenspongiosa des Humerus eine kleine Blutröte auf, das Schienbein des Falles 77 deren mehrere in der proximalen Epi- und in der Diaphyse; im Falle 77 erscheint das fettige Grundmark bedeutend saftreicher, was als (beginnende) Wirkung des durch Pigmentgeschwülste alterierten Stoffwechsels aufgefasst werden kann. Sehr bemerkenswert ist — bei dem gleichartigen Tod der 4 Pferde — der Fund von 3 Milzschwellungen (in Fall IX hyperplastischer, in Fall 14 und 35 gemischter Natur); Fall 77 zeigte keine Grössenzunahme der Milz. Und doch fanden sich bei letzterem Pferde auch in der Tibia mehrere Blutröten!

Werden durch diese Funde meine oben geäusserten Ansichten über die Einschätzung der Intumescentia lienis nicht noch einleuchtender gemacht? Wir konstatieren: die durch Halsschnitt getöteten, also ausgebluteten, hochgradig emphysematösen Pferde (IX, 35 und 73) zeigen Milzschwellungen, die auf Störungen im Blutkreislauf, bezw. im hämalen Stoffwechsel zurückzuführen sind, und die wohl mit der Ausdehnung der lymphoiden Markbezirke im Zusammenhang stehen können: während hingegen bei dem andersartig (durch Bakteriengifte) geschädigten Organismus des Pferdes 14 die Blutröten nicht erheblich, eher gering waren (Humerus: Gruppe II; Femur: Gruppe II), die Milzvergrösserung also mehr eine lokale Wirkung darstellt, die von zahlreichen Knotenbildungen ausgegangen sein muss. Der bei Pferd 35 gegebene histologische Befund bestätigt ferner,

dass auch beim Verblutungstod, also beim geschlachteten Tier, der Blutgehalt in den Röhrenknochen noch zäh und gut erhalten bleibt, und dass die roten Markbezirke in Femur und Humerus tatsächlich aus funktionellem Gewebe normalen Charakters bestehen.

Infolge mehr oder weniger langsam entstandener, verborgener Leiden, bezw. plötzlicher Überanstrengung (Fall 53) starben schlagähnlich die 4 anderen Pferde dieser Gruppe:

Fall 19, 18-jährig, schlecht genährt, mit weitgehenden thrombotischen und aneurysmatischen Veränderungen der Aorta abdominalis behaftet; Fall 42 durch Auszehrung enorm geschwächt; Fall 51, 24-jährig, wie Fall 19 an chronischen Gefässveränderungen leidend; und Fall 53, 6-jährig, gut genährt, jedoch wohl überangestrengt und am Herzen funktionell geschädigt. Es war nur das Grundmark des Pferdes 19 verändert: durch die mannigfachsten Störungen des Zirkulationsapparates war auch die Leber funktionell geschädigt und so offenbar indirekt neben dem hämalen auch der assimilatorische Stoffwechsel krankhaft geworden und hatte begonnen, das Fettmark zur gallertigen Atrophie zu veranlassen. Die Ausdehnung der roten Markbezirke ist bei Fall 42 die geringste (Humerus ohne Blutröte, Femur in Gruppe I); Fall 51 lässt den Humerus in Gruppe II, das Femur unter III a einräumen. Dass bei Pferd 19 die distale Epiphyse des Oberschenkelknochens eine etwa erbsengrosse Blutröte aufweist, dürfte hinsichtlich der geringen Humerus- (Gruppe II) und mässigen Femur-Blutröten (Gruppe II) wohl nicht als Folge des Leidens, sondern eher als ungewöhnliche Lokalisation funktionellen Marks anzusprechen sein. Wenn aber das gut genährte, jüngere Pferd (ohne pathologisch anatomisch nachweisbare, innere Gründe!) im Oberarm- und Oberschenkelbein bedeutende lymphoide Markbezirke erkennen lässt, so sehen wir uns genötigt, dies für eine individuelle (vielleicht durch aussergewöhnliche Inanspruchnahme schon in jungen Jahren bedingte) Möglichkeit zu halten.

Die hyperämische Milzschwellung dieses Pferdes 53 dürfte umsoweniger eine sympathische sein, weil eine gleichartige Milzvergrösserung bei unscheinbarster Ausdehnung des roten Marks bei Pferd 42 besteht. Anders schätze ich die gemischte Milzschwellung des Falles 19 ein. Hier werden die träge gewordenen Stoffwechselvorgänge eine Hyperplasie der lyphoiden Markbezirke behindert haben, einer hyperplastisch-hyperämischen Vergrösserung der Milz dagegen nicht im Weg gestanden sein. Den „normalen" Milzbefund bei Fall 51 erklärt wohl genügend die nicht durch die Ausdehnung, sondern nur durch ihre Berstung und den Sitz an der Arteria bronchialis sinistra lebensgefährlich gewordene Gefässveränderung. Die histologischen Untersuchungen verschiedener Markbezirke der grössten Röhrenknochen des Falles 51 liefern nur weitere Stützen für die anlässlich des Falles 35 geäusserten Behauptungen.

Gruppe C. Siechtum.

Beide Pferde, die an Siechtum zugrunde gingen, weisen gallertiges Grundmark auf, sind in sehr schlechtem Ernährungszustand und bieten im Obduktionsbefund sonst vielfache Blutungen und Nierenentzündungen. Die Nephritis des einen,

9 Jahre alten Pferdes (Fall IV), ist chronischer Natur; ausserdem hatte dieses Tier noch einen Herzklappenfehler und daher bedeutende Stauungserscheinungen in Leber und Darm; sein Körperfett war sulzig. Der zweite Fall (67) verdankte seinen körperlichen Ruin offenbar einer vorwiegend parenchymatösen, noch nicht chronisch gewordenen Nephritis. Obwohl also beide Pferde an ähnlichen Grundstörungen des hämalen Stoffwechsels gelitten, war der Befund an Blutröten recht verschieden: Fall IV zeigte sehr starke Ausdehnung derselben, im Oberarm (Gruppe V), im Oberschenkelknochen (Gruppe II), in Schienbein und Speiche[1]) (je im Bereich der Diaphyse); während Fall 67 nur in den beiden ersteren Knochen und zwar sehr geringe (Humerus in Gruppe I) bezw. nur mässige (Femur in Gruppe III b) lymphoide Markbezirke enthielt.

Sollte man diesen Unterschied dem verschiedenen Alter und damit der im Greisenalter abnehmenden Reaktionsfähigkeit des Körpers zuschreiben? Denn die vermehrten Bedürfnisse nach Blutersatz möchten hier wie dort längere Zeit bestanden haben und stark gewesen sein. Gallertmark war in beiden Fällen ausgebildet; ebenso eine starke hyperämische Milzschwellung. Wir werden wohl das Richtige treffen, wenn wir weniger in dem jüngeren Lebensalter, als vielmehr in den immerhin tiefergreifenden und offenbar auch noch bedeutend längere Zeit schon bestehenden Schädigungen des Falles IV die Gründe für jenen Unterschied suchen.

Die histologische Untersuchung des Falles 67 gab uns Gewissheit, dass hier die Ausbildung des Gallertmarks vollständig sei und dass die roten Markbezirke einem durchweg lymphoiden Aufbau, also einer funktionellen Vollwertigkeit entsprechen, dass aber das Bild der Erythrocyten und gewisse feinste zelluläre Verhältnisse, besonders auch im Grundmark, einen ungewöhnlichen Charakter zeigen.

Gruppe D. Volvulus des Dünndarms und Zwerchfellruptur.

Die plötzliche Unterbrechung der Weiterbeförderung des Darminhalts und die mit den — beim Dünndarm Volvulus, beim Dickdarm (Colon ascendens) Achsendrehung genannten, — „Darmverschlingungen" verbundenen Zirkulationsstörungen und ihre mannigfaltigen direkten und indirekten Folgen auf die Schleimhaut und den Inhalt des abgeklemmten Darmteils und auf den ganzen Organismus waren in der Hauptsache die Todesursache bei den Pferden der

[1]) Bezüglich der Blutröten in Radius und Tibia möchte ich auf das oben Gesagte hinweisen und dazu bemerken, dass ihr Befund an eine gewisse typische Bevorzugung bezüglich des Sitzes (analog den schematisch gewordenen Femur- und Humerusbezirken) denken lässt und dass (ausgenommen natürlich lokale Reaktionen, wie bei Fall 94 in Gruppe G) auch an gewissen Orten in Tibia und Radius mehr oder weniger längere Zeit — vielleicht mikroskopisch kleine — funktionelle Markbezirke bis ins hohe Alter erhalten bleiben, die je nach Bedürfnis vergrössert werden und in die Erscheinung treten können.

Gruppen D und E. Die Scheidung in zwei Abteilungen geschah weniger, weil bezüglich unserer Zwecke und Verwertung die Tiere beider Gruppen wesentliche Unterschiede erwarten liessen, sondern vielmehr zunächst aus dem Bedürfnis nach übersichtlicher Zusammenstellung. Allerdings dachte ich ferner daran, dass bei den immerhin vorhandenen anatomischen Unterschieden der betroffenen Gebiete auch für das Mark der Röhrenknochen sich eventuell Nuancierungen ergeben könnten, die bei getrennter Darstellung deutlicher würden. Im weiteren, in der Regel tödlichen Verlauf werden aber die Wirkungen der Fälle beider Gruppen (Stauungen und Blutungen, Giftbildungs- und Giftresorptionsvorgänge) sich ganz ähnlich gestalten. Wenn der Gruppe D 2 Fälle von Zwerchfellsrupturen angeschlossen wurden, so ist dies bei Fall 22 dadurch begründet, dass die Verlagerung von Dünndarmschlingen jenseits des Zwerchfells dieselben Abklemmungsfolgen zeitigte, wie wir sie bei Volvulus finden. Fall 52 aber wollte ich nicht als Sonderfall behandeln, obwohl der erste Grund für die Ruptur des durch Veränderungen chronischer Natur geschwächten Zwerchfells in einer enormen Anschoppung von Inhaltsmassen im Colon ascendens zu suchen war; die Folgen der Verlagerung dagegen ähnelten denen des vorigen Falles. Ähnlichen Gründen entspringt die Anreihung der Fälle 17, 18,[1] 85 und 97 an Gruppe E. Für die beiden Pferde VII und 100 dagegen, die infolge von Berstung des Magens und anschliessender Bauchfellentzündung starben, bestand die Frage, ob sie der Gruppe F anzufügen oder gesondert zu behandeln seien. Ersteres unterliess ich, um den Charakter der Gruppe F möglichst zu erhalten, d. h. um auf Folgen von Operationen (bezw. Rektalexplorationen) hinzuweisen.

Zunächst die Fälle von Volvulus und Fall 22 und 52:

Wir treffen Pferde im Alter von 4 bis 17 Jahren. Ihr Ernährungszustand entspricht, mit Ausnahme von 3 Fällen, demjenigen leistungsfähiger, gesunder Tiere. Die drei schlecht genährten, abgemagerten Tiere (Fall 58, 60 und 71) weisen als Zeichen krankhafter Ernährungsstörung) Gallertmark in den Röhrenknochen auf. Ihre Blutröten zeigen nach Sitz und Ausdehnung nichts Ungewöhnliches. Bei Fall 58, 15-jährig, der zudem eine akute Bauchfellentzündung, bedeutende Thrombenbildung und Aneurysma der vorderen Gekröswurzel zeigte, sind die geringen Blutröten in hyperämischem Grundmark (Femur Gruppe II, Humerus Gruppe VII a). Fall 60, 10-jährig, liess pathologisch-anatomisch keine Gründe für sein Gallertmark finden; dieses ist diffus gerötet; die lymphoiden Markbezirke sind nur gering (Femur Gruppe II, Humerus Gruppe I). Auch das 8- bis 9-jährige Pferd Nr. 71 bietet

[1]) Zu Fall 18: Die Dysgenesia coli congenita bestand in einer blinden Endigung des Colon ascendens, dort, wo der Übergang in das Colon transversum stattfinden müsste; dadurch war natürlich (ohne die sonstigen plötzlichen Zirkulationsstörungen) eine vollkommene Unwegsamkeit des Grimmdarms und die Unmöglichkeit der Existenz des Tieres bedingt.

nichts ausser den Erscheinungen der Darmverschlingung; sein Grundmark zeigt keine höhere Rötung, seine Blutröten nichts Besonderes (Femur Gruppe III b, Humerus Gruppe II).

Milzschwellungen sah ich nur bei Fall 58 und 60; und zwar hier eine hyperplastische, dort eine hyperämische. Letztere lässt sich als allgemeine Wirkung der Peritonitis und des folgeschweren Volvulus erklären; während die erstere nach dem Obduktionsbefund ungewöhnlich ist und man eher bei Fall 58 eine Intumescentia lienis hyperplastica hätte erwarten können. Nehmen wir dagegen an, dass bei solch akut verlaufenden Todesfällen (vgl. auch das anlässlich „Gruppe A" Gesagte) der Milzbefund den Zustand des Organs vor Eintritt des Leidens darstellen, die Milz also ausserhalb der Wirkung bleiben kann und eine der physiologischen Erscheinungsmöglichkeiten (z. B. nach der Verdauung den sog. „nüchternen" Zustand) darbietet, so liessen sich solche Milzbefunde verstehen. Ich erinnere zugleich daran, dass „Milzschwellungen" bei geschlachteten, gründlich verbluteten Tieren dadurch erklärlich werden; wenn man noch dazu aus Erfahrung weiss, dass die Milz „ihren Blutgehalt intra vitam" zäh festhalten möchte und hiefür beim Pferd ihre geschützte Lage günstig ist. Über die reaktiven Milzschwellungen bei Infektionskrankheiten, welche hierdurch natürlich keineswegs als normal-physiologische Zustände erklärt werden wollen, obgleich obige Einflüsse sicher auch dort bestehen, wird noch anderwärts gesprochen werden. Nach dieser einlässlicheren Behandlung der Milzvergrösserungen gehe ich über den Fall 84 (ein Analogon zu Fall 71) ohne weiteres hinweg.

Die übrigen 9 Pferde, deren Ernährungszustand entweder „sehr gut" (Fall 22, 9- bis 10-jährig; Fall 34, 4-jährig; Fall 66, 8-jährig; Fall 96, 5-jährig), „gut" (Fall 11, 12-jährig; Fall 84, 15-jährig), oder „mittel" (Fall VI, 15-jährig; Fall 52, 17-jährig; Fall 69, 16-jährig) war, wiesen die verschiedensten Abstufungen der lokalen und allgemeinen Veränderungen — im Rahmen der Erscheinungen des Volvulus — auf. Sie hatten sämtlich Fettmark in den Röhrenknochen, das bei Fall 22, 52, 66 und 96 leichte Rötung, bei Fall 84 etwas mehr Hyperämie zeigte. Die Ausdehnung der roten Markbezirke war nirgends ungewöhnlich; Pferd 22 und 52 gehören zu den 18 Sonderfällen mit reinem Grundmarkbild im Oberarmbein, während der Humerus bei Fall 60 und 96 in Gruppe I, bei Fall 34 und 71 in Gruppe II, bei Fall 69 in Gruppe IV, bei Fall VI und 58 in Gruppe VII a einzureihen war, sämtlich Gruppen von sehr geringer Blutröte, die auch in Fall 66 (nicht schematisch verarbeitet) bestand. Nur Fall 11 (Femur Gruppe III c, Humerus Gruppe III) und Fall 84 (Femur II, Humerus V) zeigen mehr lymphoides Mark. Bei letzterem Pferd führe ich überstandene, geheilte Rippenbrüche als Grund für die grössere Blutröte im Oberarmknochen mit an; für Pferd 11 finde ich keinerlei Belege im Obduktionsbefund; wir sind vielmehr (wie beim Femur (Gruppe III c) des Falles 34) auf eine „individuelle" Deutung angewiesen. Die 8 übrigen Pferde lassen im Oberschenkelbein geringste (Fall 22 und 69 in Gruppe I, Fall VI in Gruppe III a) bezw. mässige Ausdehnung der Blutröten erkennen (Fall 58, 60, 66 96 in Gruppe II und Fall 52 in Gruppe III b).

Bei 5 Fällen (11, 22, 34, 52 und 66) konstatieren wir hyperämische, bei Fall 69 gemischte, bei Fall VI und 96 hyperplastische, bei Fall 81 keine Milzschwellung. Die mikroskopischen Untersuchungen wurden an 6 Fällen durchgeführt: Nr. 34, 58, 60, 66, 69, und 71. Sie bestätigen ohne Ausnahme den hyperämischen Zustand, bezw. den grossen Blutgehalt des Marks, den Charakter der Blutröten als leistungsfähige Blutbildungsstätten und entsprechen in ihrer Zusammensetzung normalen Verhältnissen.

Gruppe E. Achsendrehungen des Colon ascendens; Darmzerreissungen; Dysgenesia coli; Magenberstungen.

Die anlässlich der Einführung in Gruppe D gemachten Bemerkungen ermöglichen es, sogleich mit der Abhandlung der 14 bezw. 16 Fälle zu beginnen.

Die beiden Pferde in Gruppe E, deren Grundmark gallertig und deren Ernährungszustand gut (Fall 76, 8-jährig) bezw. schlecht (Fall 43, 12-jährig) ist, haben (wie Fall 60 und 71) keine Zeichen krankhafter Ernährungsstörung; es wäre denn bei Fall 43 der „struppierte Habitus“. Mässige rote Bezirke in dem hyperämischen Gallertmark weist Pferd 43 nur im Femur auf; Fall 76 bietet (ohne Hyperämie) im Oberschenkelknochen dasselbe Bild, im Oberarmbein dagegen eine zu Gruppe VII a gehörige, sehr geringe Blutröte. Dieser minimale Befund wird weniger von mangelhafter Elastizität bezw. Reaktionsfähigkeit der Blutbildungsstätten zeugen, da auch die übrigen 14 vollkräftigen (Fettmark-) Pferde (excl. Fall 18) dieser Krankheitsgruppe meist sehr geringe Blutröten besitzen: vier (Fall 43, 55, 59 und 97) der 16 Fälle haben „rotfreie Humeri“, fünf die geringsten Ausdehnungen roter Markbezirke im Oberarmknochen (Fall 12 in Gruppe I; Fall 13, 17, 46 in Gruppe II; Fall VII in Gruppe IV): die Oberschenkelknochen dieser 10 Fälle haben entsprechend Blutröten von geringster (Fall 12 und 13 in Gruppe I und Fall 59, 97 und VII in Gruppe III a) bezw. mittlerer, gewöhnlicher Ausdehnung (Fall 17, 43, 46, 55, 76). Fall 18 bietet jugendliches Mark (2 Tage alt!), in dem noch kein Grundmarkcharakter sich gebildet hat. Der Rest zeigt Eigentümlichkeiten, die entweder in einer bedeutenderen Ausdehnung der Humerusblutröten (Fall 1 und 100 in Gruppe V) oder dazu noch in einem ungewöhnlichen Sitz der roten Markbezirke bestehen: Fall 2 weist solche in der Diaphyse von Radius und Tibia auf, trotzdem sie in Femur und Humerus von geringster, bezw. geringer Ausdehnung sind. Dieses Vorkommnis spricht m. E. dafür, die Befunde von Blutröten in Radius und Tibia zunächst nur als „ungewöhnlich“ zu bezeichnen, also auch bei diesen Knochen (seltene) funktionelle (persistierende) Reste lymphoiden Charakters anzunehmen. Jedenfalls bedürfte es noch besonderer Untersuchungen, um jene Funde zu Krankheitssymptomen zu stempeln. Ähnlich liegt die Sache bei Fall 5 und 85, wo bei hyperämischem Fettmark in allen Röhrenknochen je zu der etwas übermässigen Blutröte im Humerus eine solche in dessen proximaler Epiphyse hinzukommt. Die Oberschenkelknochen enthalten bei Fall 85 sehr geringe (III a), bei Fall 1 und 5 (Gr. II) und 100 (Gr. III b) die gewöhnlichen Blutröten. Bezüglich des Alters und Ernährungszustandes des „Gros“ der Fälle genügt, dass jenes sich zwischen 7 und 16 Jahren, dieser zwischen „sehr gut“ und „mässig“ bewegt.

Milzvergrösserungen fehlten bei Fall 85 (Gallertmark) und 100 (Hyperämie des Fettmarks). Hyperämische Milzschwellungen sah ich in 9 Fällen (1, 2, 12, 13, 17, 55, 85, 97 und VII), hyperplastische bei Fall 5, 18 und 43, gemischte bei Fall 46 und 59. Auf Fall 1, 2, 85 und 100 sei besonders hingewiesen: bei den verhältnismässig bedeutendsten Befunden an rotem Mark besteht nicht die hyperplastische (oder gemischte), sondern die rasch gebildete hyperämische Milzschwellung, bezw. überhaupt keine (Fall 85 und 100). Was beweist noch Fall 5 mit seiner Hyperplasie der Milz? Insbesondere wenn man durch die in Fall 97 enorme Intumescentia lienis hyperämica, bei geringster Blutröte im nur leicht hyperämischen Fettmark des Femur, auf die „markfremde Funktion der Milz" aufmerksam gemacht wird. Dafür zeugen auch Fall 46 und 59.

Wir fassen zusammen: Auch bei den schwersten Magen- und Darmaffektionen (mit Bauchfellentzündungen) bleibt die Ausdehnung der roten Markbezirke unverhältnismässig gering: d. h. das Mark der Röhrenknochen (manchmal auch die Milz) erscheint funktionell reaktionslos. Dies erkläre ich mir so, dass bei den in Betracht kommenden Schädigungen in Sonderheit die Lymphzell- und Leucocytenlieferanten zur Ersatzbildung gereizt werden, die Zerstörung der Erythrocyten aber nebensächlich bleibt und (ebenso wie die Wirkung der Stoffwechsel und Bakteriengifte) sich höchstens als Milz-, nicht aber als Knochenmarkaffektion reaktionell demonstriert. (Bei Magen- und Darmentzündungen sind ja die regionären Lymphdrüsen in der Regel stark vergrössert und saftreich.) Diese Aufstellungen gelten auch für Fälle, wo im Darm bedeutende Konkrementbildungen oder enorme Mengen von Ascariden oder Thrombosen der vorderen Gekröswurzel ausser den tödlichen Leiden als chronische Schädlichkeiten gewirkt haben. Bezüglich der Histologie verweise ich auf die am Schluss der vorigen Gruppe gegebene Kritik.

Gruppe F. Peritonitis traumatica.

Bauchfellentzündungen begegneten uns schon in Gruppe D und E; es kam jedoch in keinem der Fälle zu solch grossartiger Ausbildung der Veränderungen und die Peritonitis blieb mehr oder weniger im Hintergrund neben dem dominierenden, tödlichen Leiden. Nicht so bei den folgenden 5 Pferden, die ohne die künstlich (operativ) erfolgte Infektion des Bauchfells ungeschädigt gewesen und geblieben wären. Es musste also in jedem Fall ein bisher als „gesund" befundener Organismus lediglich vom Peritonäum aus zum Absterben gebracht werden.

Fall 30, 6-jährig, gut genährt, starb an einer hämorrhagischen Peritonitis nach Castratio per vaginam; wie Fall 54, 5-jährig, (rasch) abgemagert, bei dem jedoch die Dauer der Peritonitis länger gewesen und es schon zu weitgehenden Adhäsionen und Lymphdrüsenschwellungen gekommen war. Das Fettmark der Röhrenknochen zeigte nur bei letzterem Pferd Hyperämie und starke Ausdehnung der Blutröten (Humerus in Gr. V, Femur in Gr. III c: gegenüber dem Fall 30 mit Humerus: VII a und Femur: III b)

Die Milzschwellungen waren beide Male hyperämischer Natur, also wohl erst Folgen des Fiebers und noch ohne sichtbare Beziehungen zum Mark der Röhrenknochen; besonders bei Fall 30. Wie viel Einfluss die Jugend (5 Jahre alt) und die Lebensweise und ob überhaupt das Leiden einen solchen auf die Blutröten des Pferdes 54 hatte, will ich nicht entscheiden.

Für eine Unempfindlichkeit des Marks und der Milz gegenüber schwerster Peritonitis spricht Pferd 68, 11 Monate alt, in mässigem Ernährungszustand, wegen Nabelbruch schon zu wiederholten Malen operiert: das reine Fettmark bot, trotz der Jugend des Tieres, keine ungewohnt grossen Blutröten und die Milz keine Schwellung. Fall 75, schlecht genährt, 6-jährig, an den Folgen einer durch (manuelle) Mastdarmperforation verursachten, enorm weit und tief greifenden eitrigen Peritonitis gestorben, weist stark hyperämisches Gallertmark auf und, bei mässiger Ausdehnung (Humerus in Gr. III, Femur in Gr. II), ungewöhnliche Lokalisation und Ausbreitung der Blutröten in der proximalen Epiphyse des Oberarmbeins und des Schienbeins und in der distalen Ehiphyse der Speiche und des Oberarmknochens. Dabei bestand hyperämische Milzschwellung. Das 14-jährige Pferd Nr. 102 hatte, bei sehr gutem Ernährungszustand, leicht saftiges Fettmark; wenn auch Thrombosen und alte Rippenbrüche schon früher bestanden und eine Nephritis acuta zu der Peritonitis ichorosa hinzu gekommen war. Hier findet man wieder „ungewöhnlich" lokalisierte Blutröten in den Diaphysen von Radius und Tibia. Im Femur konstatiert man seine Zugehörigkeit zu Gruppe II. Die Milz zeigt sehr geringe Hyperplasie.

Mikroskopisch konnten — auf Grund der Präparate von Fall 30 und 68 — keine besonderen Erscheinungen (ausser einiger Blutfülle) für diese Gruppe abstrahiert werden.

Von Stickers (1887) Kasuistik schliesse ich den Fall 2 hier an, der, meine Beobachtungen bestätigend, Hyperämie des Fettmarks und Blutröten nur in der Spongiosa (sehr geringgradig) zeigte: die histologische Grundlage der Blutröten bezeichnet Sticker als lymphoides, funktionstüchtiges Mark.

Gruppe G. Wundinfektionen (ausser Tetanus und Peritonitis traumatica).

In das Gebiet der Knochenmarkbefunde bei Infektionskrankheiten sind wir gelegentlich schon bei Fällen der Gruppen D und E, und dann durch die vorstehend besprochenen Bauchfellentzündungen eingetreten. Letztere und die Krankheiten dieser und der nächstfolgenden Gruppe sind nicht ansteckenden Charakters; ebenso die sporadischen Gehirnentzündungen (Gruppe K), die brandigen und metastatischen Lungenentzündungen (Gruppe N) und die

Nephritiker von Gruppe C und O. Jedoch ist wohl bezüglich des Markbefunds in den Röhrenknochen kein Unterschied zwischen den genannten Infektionen und den eigentlichen ansteckenden Krankheiten. Wollen wir doch nur die Frage studieren, ob bakterielle Gifte, die überall, höchstens in wechselndem Grade, zum Zerfall des Blutes (Fieber) und damit zum Bedürfnis nach Neubildung der Blutbestandteile Anlass geben, ob diese das anatomische Bild des Röhrenknocheninnern beeinflussen. Wir haben deshalb bei Gruppierung unserer Fälle mehr die Affektionen bestimmter Organe und Organkomplexe, als die Ätiologie der betreffenden Leiden als Richtpunkt zu nehmen.

Da von Sticker auf Beziehungen von Milzbefund und Gelenkerkrankungen einerseits und dem Markbild in den Röhrenknochen andererseits hingewiesen wurde, so unterliess ich es nirgends, darüber weitere Erfahrungen zu sammeln. Was die anatomischen Zustände der Milz anlangt, die ich auch für die infektionsfreien Unglücksfälle der Gruppe A und die Fälle der Gruppe B, D und E besprach, in welchen die Wirkung von bakteriellen Noxen nicht oder erst in zweiter Linie (Darmverschlingungen) in Betracht kommt, so hatten wir schon im Bisherigen an ihrem pathologischen Charakter gezweifelt.

Die Frage der Gelenkaffektionen kann ich nur bei 10 Fällen der Gruppe G, bei 4 (bezw. 6) der Gruppe H und bei je einem Fall der Gruppe M und N in Untersuchung nehmen; dazu kommt ein Fall Stickers. Wenn ich in Nachstehendem von Reaktionen des Knochenmarks auf Gelenkleiden spreche, so verstehe ich unter „lokaler Reaktion“ die anatomische Nachweismöglichkeit per contiguitatem entstandener Entzündungsherde im Knochenmark. Eine „allgemeine Reaktion“ finde ich dort, wo die Gelenkerkrankung möglicherweise mitgeholfen hat, im Grundmark der Röhrenknochen einen Zustand mehr oder weniger allgemeiner Hyperämie hervorzurufen (was in der Regel für die Gliedmasse[1]) gilt, in deren Bereich das kranke Gelenk liegt). Haben wir aber eine alle Gliedmassenknochen des betreffenden Tieres kennzeichnende Rötung, so dürfte diese nicht mehr als Reizerscheinung des Gelenkleidens aufzufassen sein, sondern als eine Teilerscheinung der gesamten Stoffwechselstörung des Organismus, die in letzter Linie allerdings von einer Gelenkaffektion ihren Ausgang genommen haben kann.

Endlich erwähne ich noch, dass ich solche Fälle von „Wundinfektionen“ und „Starrkrampf“, die mit einer Pneumonie irgend-

[1]) Bei den Fällen der Gruppen G und H wurden in der Regel alle Gliedmassenknochen im Sagittalschnitt untersucht.

welcher Art verknüpft waren, trotzdem in den genannten Gruppen belassen habe. Jedoch sind in Gruppe N 2 Fälle eingereiht, deren erster, Fall 70, wohl besser in Gruppe G placiert, während der andere, Fall 80, entweder ebenfalls dort einzufügen wäre, oder aber, wegen seiner Todesart durch Halsschnitt, in Gruppe B gehörte.

Wenden wir uns der Besprechung der 16 Fälle von Gruppe E zu:

6 derselben waren frei von Wunden an Gelenken und die Hälfte der letzteren wies reine, komplikationslose Blutvergiftungen auf: Fall III, 4½-jährig, sehr gut genährt, infizierter Beckenbruch und Nephritis hämorrhagica; Fall 4, 8-jährig, gut genährt, jauchige Gebärmutterentzündung infolge Putrescentia feti, viele Blutungen; Fall 7, 15-jährig, mässig genährt, infizierte Wunde nach Harnröhrenschnitt zwecks Entfernung von Steinen, Urocystitis diphtherica et hämorrhagica, Nephritis häm., Blutungen. Nur das Fettmark von Fall III ist hyperämisch, das der beiden anderen nicht. Die Ausdehnung der Blutröten ist gering: in Fall III (fehlt der Humerus), Femur in Gruppe II; Fall 4, Humerus in Gruppe VII a, Femur in Gruppe II; Fall 7 beide in Gruppe I. Allen 3 Fällen ist die gemischte Milzschwellung eigen. Die Fälle Nr. 9, 7-jährig, gut genährt, infizierte eitrige Wunde am Kronrand; Nr. 61, 6-jährig, abgemagert, Phlegmone bei vermuteter Brustseucheinfektion, Myositis et Lymphadenitis purulenta; und Nr. 72, 4½-jährig, sehr gut genährt, Streptokokkeninfektion einer Schlagwunde, Phlegmone, boten Lungenkomplikationen, deren Charakter und Schwere etwa den genannten Leiden entsprachen. Auch diese Tiere besassen in den Röhrenknochen-Fettmark, das bei Pferd 61 stark, bei den beiden anderen aber nur leicht hyperämisch war; diese beiden hatten gemischte Milzschwellungen; wobei Fall 9 mittelmässige (Humerus in Gruppe V, Femur in Gruppe II), Fall 72 geringe (Humerus Gruppe VII a, Femur Gruppe II) Ausdehnung der lymphoiden Markbezirke zeigte. Den ausserordentlich schweren und mannigfaltigen Krankheitserscheinungen des Falles 61 entsprachen, bei hyperämischer Milzschwellung, nur mässige Blutröten im Humerus (Gruppe VII b) und Femur (Gruppe II).

Aus obigen 6 Fällen lernen wir: dass die Hyperämie des Grundmarks eine septikämische Teilerscheinung allgemeinster Natur ist. Die Milzschwellungen lassen sich ähnlich deuten und kaum mit den Markbefunden in Zusammenhang bringen; ebensowenig wie ohne weiteres die schweren, tief- und weitgreifenden, mannigfaltigen Krankheitsveränderungen: wenn auch immerhin das Hinzukommen der Lungenaffektionen und die gleichzeitige Zunahme der roten Markbezirke in Fall 9 solchen Verdacht erregen kann; weniger ist dies bei dem Pferd 61 der Fall, welches durch sein Fettmark bei schlechtem Nährzustand auffällt.

Unter den 10 Wundinfektionen mit Gelenkerkrankungen ist nur ein einziger mit Lungenentzündung embolischen, mortifizierenden Charakters:

Fall 33 (8-jährig, gut genährt, infizierte Verletzungen an Gliedmassen und Zunge). Er enthält Fettmark in den Röhrenknochen, welches nur im Metacarpus dexter höhere Rötung („allgemeine Reaktion") zeigte; die Blutröten gehören im Humerus der Gruppe II, im Femur der Gruppe III b an und geben keinen An-

lass, an etwaige Hyper- oder Metaplasie lymphoiden Marks zu denken. Eine gemischte Milzschwellung ergänzt den Befund. Die übrigen 9 Fälle sind bei sehr gutem (Nr. 36, 3½- bis 4-jährig, eitrig-jauchige Phlegmone infolge Nadelbrennens; Nr. 86, 10-jährig, Gonitis ichorosa arrosiva dextra mit Phlegmone), bei gutem (Nr. 23, 15-jährig, Pododermatitis ichor. necrotica infolge Nageltritts: Nr. 24, 13-jährig, infizierte Wunde nach Hufknorpelexstirpation; Nr. 57, 6-jährig, Dermatitis phlegmonosa; Nr. 87, 12-jährig, Arthritis ichoroso-purulenta infolge Nageltritts), bei mässigem (Nr. 38, 8-jährig, Phlegmone und Myositis mortificans in der linken Kniegegend; Nr. 99, 13-jährig, Zerreissung des lig. teres femoris mit Infektion, Cystitis häm.-diphth. und Nephritis apostematosa und Phlegmone beider Vordergliedmassen) und bei schlechtem Nährzustand (Nr. 94, 3-jährig, Stichbrennen bei Gonitis chron. sin. mit Streptokokkeninfektion, Arthritis purul., Phlegmone und Myositis purul.). Fall 94 ist unter den Fällen der zweiten Untergruppe das einzige schlecht genährte Tier und weist Fettmark auf mit „allgemeiner Reaktion" (d. h. linksseitige Hyperämie des Grundmarks bei geringster Blutröte in Humerus und Femur, je Gruppe I); hiezu kommt die „lokale Reaktion", welche durch kleine, rote Herde in der distalen Femur und proximalen Tibiaepiphyse und in deren Diaphyse (je nur linkerseits) präsentiert wird. Der hyperämischen Milzschwellung spreche ich keine speziellen Beziehungen zum Knochenmark zu. Der einzige Fall mit gallertigem (hyperämischen) Grundmark ist Nr. 99, dessen Blutröten der Gruppe IV (Humerus) bezw. I (Femur) angehören. Von „Reaktion" des Knochenmarks ist nichts zu sehen, dagegen wohl eine allgemeine Hyperämie septikämischer Natur. Von den noch übrigen 7 Fällen weisen Nr. 23, 24, 57, 86 und 87 minimale oder gewöhnliche Grösse der Blutröten auf: Nr. 23, Hu. in Gruppe IV, Fe. in Gruppe II; die Humeri der Fälle 24 und 57 sind frei von lymphoiden Bezirken, ihre Oberschenkelknochen in Gruppe III a, bezw. III b; Fall 86 Hu. und Fe. je in Gruppe II; Fall 87 Hu. in Gruppe IV, Fe. in Gruppe I; so dass an reaktive Hyper- oder Metaplasie nicht zu denken ist, auch nicht im Caput femoris des Falles 86, wo (wie in Fall 94) Blutröte gefunden wurde. Bezüglich des bei Nr. 57, 86, 87 überall, bei Fall 23 aber nur in der linken Hintergliedmasse hyperämischen Grundmarks ist zu sagen, dass letzterer Befund eine „allgemeine Reaktion" bedeutet. Bei Nr. 24, 86 und 87 finden wir hyperämische, bei Nr. 23 und 57 gemischte Milzschwellungen. Nunmehr haben wir noch 2 Fälle dieser Gruppe im Rest: Fall 36 und 38. Jener bietet schwach, dieser stark rötliches, septikämisch gereiztes, hyperämisches Fettmark. Beide leiden an den Hintergliedmassen und haben dennoch im Humerus (Gruppe VII c) die grösste Ausdehnung des roten Marks: dem Femur nach gehört Nr. 36 in Gruppe III c, Nr. 38 in Gruppe III b. Der Vergleich der Femurbilder des Falles 36 ergibt eine deutliche „lokale Reaktion" des rechtsseitigen Oberschenkelknochenmarks. Den hyperämischen Milzschwellungen beider Fälle kommt höchstens bezüglich der Septikämie symptomatische Bedeutung zu. Die histologischen Befunde dieser Gruppe haben als solche nur sehr bedingten Wert. Die vorhandenen Angaben fielen aber sämtlich negativ aus.

Sticker bringt 3 Fälle mit Septikämie, von denen nur die beiden ersten (in seiner Kasuistik Nr. 3 und 4) hieher passen; während im Obduktionsbefund des dritten (Nr. 8) die Affektionen des Digestions- und Harnapparats dominieren, so dass ich ihn hier nicht berücksichtigen will, sondern bezüglich seines Markbefundes (wie Sticker selbst) auf das in Gruppe N (anlässlich des Falles Sticker 1) Gesagte verweise. Sticker 3) stammt von einem Pferd mit infizierter Kastrationswunde und schwerer Lungenkomplikation. Bei ihm beschreibt Sticker „heftige Rötungen im Femurkopf" und „schwarzrote fleckige Blutungen" bei geringgradiger Milzschwellung.

Über die Rötungen im Caput femoris scheint Sticker auch der Ansicht zu sein, dass ihr Charakter lymphoid ist, obwohl über ihre histologischen Untersuchungen ebensowenig gesagt wird, wie über die der schwarzroten „Blutungen", zu denen ich bemerke, dass sowohl Skiba wie ich die „schwarzrot aussehenden. fleckigen Bezirke" aus blutreichem zelligem Mark gebildet fanden, welchem die Einlagerung von reichlichen Fettzellen eine speckige Konsistenz verleihen. Der andere Fall Stickers (Dermatitis gangränosa et purulenta mit Myositis et Lymphadenitis häm. et Nephritis et Hepatitis parenchymatosa acuta) zeigte hyperämische Milzschwellung und eine Affektion des Femoro-Tibialgelenks mit dunkler Röte der angrenzenden Spongiosateile als „lokale Reaktion" in sonst gelbem Fettmark. Analoga zu diesem Befund bieten meine Fälle 36 und 94.

Gruppe H. Starrkrampf.

Unter den Wundinfektionen nimmt der Starrkrampf eine bedeutende Stellung ein und möchte wohl noch mehr als die Streptokokkeninfektionen, die in der Hauptsache die Todesfälle der vorigen Gruppe verursacht haben. das Leben der Pferde bedrohen. Dies erhellt schon aus der Zahl meiner Fälle: 21 mal boten sich mir Obduktionen von Tetanikern. Die Sondergruppierung derselben hat schon genügenden Grund in der eigenartigen Ätiologie und Genese der Krankheit: einer Toxämie (gegenüber der Bakteriämie von generalisierten Kokkeninfektionen). Demgemäss werden auch die beim Starrkrampf sehr häufigen Lungenentzündungen (unter 21 bei 12 meiner Fälle) keinen metastatisch-embolischen. multiplen, herdförmigen Charakter haben, sondern in der Mehrzahl der Fälle (7 Stück von 12) aus den bekannten, den Mechanismus der Nahrungsaufnahme und des Abschluckens behindernden und verwirrenden Ursachen den gangränösen. jauchig-blutigen Pneumonien oder auch, aus mehr toxischen Gründen. den hämorrhagisch-fibrinösen Lungenentzündungen zuzuzählen sein. Die Infektionspforte bleibt nicht selten auch dem Obduzenten verborgen. Die häufigste und gefürchtetste Infektionsgelegenheit bietet der Nageltritt, nach dessen äusserlicher Abheilung der heimtückische Tetanusbazillus noch in der Tiefe wirken kann.

Die Fälle solcher Verwundungen durch Nageltritt u. a. m. suchte ich für die Beantwortung der Frage nach Gelenkaffektionen zu nutzen; jedoch gelang es mir, wie ich gleich vorausnehmen will, nicht, bei den 7 hierfür in Betracht kommenden Fällen irgend welche „Reaktion" in unserem Sinne zu beobachten. Des weiteren stellte ich die mit Pneumonien komplizierten 12 Fälle zusammen, um (analog den Absichten bei Gruppe G) zu erkunden, ob die Lungenaffektionen etwa einen im Vergleich zu reinen Starrkrampffällen bedeutenderen Befund an lymphoidem Mark im Gefolge haben. Ich musste, ähnlich wie dort, die Erfahrung machen, dass offenbar auch die schwersten

Lungen- und Brustfellentzündungen die Grösse der Blutröten nicht beeinflussen:

Unter den 12 Fällen — I, II, 8, 28, 44, 78, 81, 83, 89, 92, 103, 105 — waren bei 8 im Humerus die geringsten Grade, im Femur geringste oder nur mittlere Grade von lymphoider Besiedelung des fettigen Grundmarks festzustellen: Fall II, 8-jährig, gut genährt, Pneumonia fibrinosa, Hu. in Gr. I, Fe. in Gr. II; Fall 8, 17-jährig, gut genährt, brandige Lungenbrustfellentzündung, Gastritis diphtherica, Hu. rotfrei, Fe. in Gr. III a; Fall 78, 8-jährig, sehr gut genährt, doppelseitige akute Lungenentzündung, Blutungen, akute Magen- und Nierenentzündung, Hu. in Gr. I, Fe. in Gr. I; Fall 81, 7-jährig, sehr gut genährt, brandige Pneumonie, Blutungen, Aneurysma und Thrombose der vorderen Gekröswurzelgefässe, Hu. in Gr. VII a, Fe in Gr. III b; Fall 83, 4-jährig, sehr gut genährt, käsige Pneumonie, Blutungen, Magen-Darmentzündung, Hu. in Gr. VII a, Fe. in Gr. II; Fall 89, $5^1/_2$-jährig, gut genährt, beiderseitige beginnende Lungenentzündung, Hydrocephalus, Nageltritt vorne links, Hu. in Gr. IV, Fe. in Gr. III b; Fall 103, 7-jährig, gut genährt, blutige Lungenentzündung, Gastritis, parenchym. acut., Metritis chronica, Hu. in Gr. I, Fe. in Gr. II; Fall 105, 12-jährig, sehr gut genährt, Pneumonia gangränosa, Bronchitis ichorosa, Pododermatitis und geheilter Nageltritt, Hu. Gr. I, Fe. III b. Von den 4 anderen Pferden zeigten zwei einen schlechten Nährzustand: Fall 44 und 92. Beide hatten fettiges Grundmark, welches gering bezw. deutlich gerötet war, wie das Fettmark der Fälle 89, bezw. I, II, 8, 78, 81 und 83; während bei den Fällen 28, 103 und 105 eine höhere Rötung daselbst fehlte. Fall 44, 5-jährig, litt an Pneumonia mortificans und Pleuritis sero-fibrinosa und hatte vorne links eine eiterlose, geheilte Hufwunde; die Humerusröte gehört in Gr. VII b, ist also mässig, wie im Femur: Gr. II. Fall 92, 7-jährig, starb an Tetanus mit brandig-jauchiger Lungenbrustfellentzündung; während das Femur die gewöhnliche Grösse des lymphoiden Markbezirks (Gruppe II) darbot, war die Humerusröte (Gruppe VI) verhältnismässig bedeutender, doch noch mässig; geringer jedenfalls als in den beiden übrigen Fällen I und 28, deren Armbein-Blutröten in die Gr. VII b einzureihen sind, während das Femur des Falles I nur sehr geringe (Gruppe I), das des Falles 28 mässige (Gruppe II) Ausdehnung derselben abnehmen liessen. Bei Fall I, 5-jährig, gut genährt, war zum Starrkrampf eine fibrinöse Pneumonie hinzugekommen; bei Fall 28, 15-jährig, ebenfalls gut genährt, eine brandige Lungen- und eine sero-fibrinöse Brustfellentzündung und akute Gastro-Enteritis.

Die Milzschwellung, welche bei keinem der 12 Fälle fehlte, hatte verschiedenen Charakter: hyperämischen bei Pferd I, 8, 28, 78 und 89, hyperplastischen bei Nr. 44, 81, 83, 92, 103 und 105, gemischten (hyperplastisch-hyperämischen) bei Fall II. Bemerkenswert ist noch die Geringfügigkeit der Schwellung bei Pferd 103.

Von den 12 Fällen sind 4 mikroskopisch verarbeitet; es genügt, auf die obige Befundangabe und Kritik hinzuweisen und nochmals zu betonen, „dass keine Besonderheiten noch Unterschiede gegenüber den seitherigen Ergebnissen zu konstatieren waren.

Wenn wir solche Resultate bei den durch Erkrankungen im Thorax und Verdauungsapparat komplizierten, erschwerten Starrkrampffällen bekommen haben und sehen, dass ausserdem weder Alter noch Ernährungszustand, sondern dass vielmehr individuelle Gründe die Schwankungen in den Grössen der lymphoiden Markbezirke, auch bei schlechtem Nährzustand, hervorgerufen haben müssen.

so ist zu hoffen, dass die noch zu besprechenden 9, mehr oder weniger reinen Tetanusfälle nur neue Stützen für unsere Behauptungen liefern werden. Dem ist auch so:

6 der Pferde (Fall XII, 21, 32, 39, 48, 95) zeigten keine (Fall 21) bezw. geringste Humerusröten (Fall XII in Gr. I, Fall 32, 48 und 95 in Gr. II, Fall 39 — Gallertmark! — in Gr. IV); ihre Oberschenkelknochen sind in Gr. II (Fall 12, 21, 32, 39 und 95) bezw. in einer dieser entsprechenden Gruppe, III b (Fall 48), eingereiht. Unter den genannten Fällen enthält nur Nr. 39, 12-jährig, schlecht genährt, Blutungen und Typhlitis nodosa parasitica (Infektionspforte ?), hyperämisches gallertiges Grundmark, das vielleicht bezüglich der roten Markbezirke eindämmend gewirkt haben mag. Zu bedenken ist aber, dass doch zum ersten die anderen schlecht genährten Tiere: Fall XII, 12-jährig, abgemagert, Wunde, Nephritis chronica: Fall 48, 15-jährig, Pododermatitis suppurativa; Fall 95, 12-jährig, Phlegmone hämorrh.-purul. cavernosa, Blutungen, acute Leberschwellung, leicht (Nr. 48 und 95) bezw. sulzig hyperämisches (Nr. XII) Fettmark in den Röhrenknochen aufweisen, zum anderen, dass das schlecht genährte Pferd 90, 9-jährig, Tetanus mit Blutungen und Nephritis parenchym. acut., trotz seines schon gallertartig werdenden hyperämischen Grundmarks im Humerus ziemlich bedeutende Röte (Gr. III) enthielt. Der Oberschenkelknochen dieses Falles (in Gr. II) zeigte nichts besonderes. Dennoch wird dieser Befund als Einwurf gegen die eingangs der Gruppenbesprechungen geäusserte Behauptung (hinsichtlich der Beziehungen zwischen Gallertmarkbildung und Ausdehnung lymphoider Bezirke) nicht von der Hand zu weisen sein. Im übrigen nehme ich die Blutrötenbefunde des Falles 90 ebenso wenig wie die bei den Pferden 64 und 106 als Erscheinungen, deren Gründe etwa in der Erkrankung an Starrkrampf zu suchen wären. Bei Fall 106, 12-jährig, gut genährt, wiesen nur die häufigen Blutungen auf die septikämische Erkrankung hin; das fettige, nicht hyperämische Grundmark enthielt im Humerus bedeutende (Gr. VII c), im Femur nur mässige Blutröte (Gr. III b). Umgekehrt lag der Fall für das Pferd 64 (erst $3^1/_2$-jährig, gut genährt, Pododermatitis acut. necrot. et purul. und Sohlendefekte), dessen ebenfalls nicht höher gerötetes Fettmark im Humerus nur mässige (Gr. VII b), im Femur aber bedeutende Ausdehnung der roten Markbezirke (Gr. III c) erkennen liess. Besonders betonen möchte ich — im Hinblick auf den Tetanusfall Stickers — dass wir bei allen 21 Starrkrampfpferden nirgends dem Vorkommnis einer Blutröte von ungewöhnlichem Sitz begegnet sind.

Auch die bei Fall 64 sehr starke, bei Fall 106 dagegen sehr geringe hyperplastische Milzschwellung lege ich nicht etwa als spezifische Folge des Starrkrampfs aus. Jene wird aber wohl in der fieberhaften Allgemeinerkrankung begründet sein. Dass jedoch auch in Gruppe H. die Milzgrösse und -beschaffenheit noch weitgehend von anderen (ich möchte sagen normalen oder besser vielleicht verdauungsphysiologischen, ferner von agonalen, mit Stauungsvorgängen verknüpften) Faktoren mitbedingt wird, glaube ich aus den Fällen 103 und 106 und aus Fall 95, einem schweren Tetanusfall (siehe oben) ohne Milzschwellung, schliessen zu dürfen. Eine solche Kritik habe ich auch für die Milzzustände der 12 bereits abgehandelten und der noch übrigen 6 Fälle dieser Gruppe. 3 davon hatten hyperämischen (Fall 32, 39 und 48), 3 hyperplastischen (12, 21 und 90) Charakter. Die histologischen Untersuchungsergebnisse der Fälle 39 und 48 fügen den oben zitierten nur noch solche hinzu, welche durch die gallertige Beschaffenheit des Grundmarks bei Fall 39 bedingt sind, aber durchaus im Rahmen des gewöhnlichen Gallertmarkbefundes sich halten.

Stickers Fall 7 betrifft ein Starrkrampfpferd, dessen Obduktionsbefund parenchymatöse Schwellung von Leber, Milz, Nieren und Herzmuskulatur und eine rechtsseitige Bronchopneumonie verzeichnet. Als Markbefund gibt er an, dass in den Epiphysen [nur?] vom Ober- und Unterschenkel und in deren „hinteren Markpartien“ [wo?] rote Bezirke waren, die sich mikroskopisch als „lymphoides, blutig infiltriertes Mark“ deuten liessen. Wir werden wohl nicht fehl gehen, wenn wir aus der letzteren Diagnose auf das Vorhandensein von Blutröten mit gewöhnlichem und ungewöhnlichem Sitz (Tibia), aber funktioneller, hyperämischer Beschaffenheit schliessen.

Wenn wir auch in Gruppe M noch einem Fall (Nr. 63) von „allgemeiner Reaktion“ des Knochenmarks bei Gelenkaffektion[1]) begegnen werden, so wird doch zum Schluss der Gruppen G und H, die mit 10 bezw. 4 Fällen die Mehrzahl der Gelenkerkrankungen enthalten, der geeignete Ort sein, sich zusammenfassend zu äussern. Dabei soll zugleich auch Stickers Fall (Nr. 4, in Gruppe G) berücksichtigt und auf die oben gegebenen Definitionen hingewiesen werden. Im allgemeinen darf man wohl sagen, dass die Empfindlichkeit des Knocheninnern bei Erkrankungen seiner Gelenke überraschend gering ist. Lokale, heftig wirkende Entzündungsreize an Gelenken (Stichbrennen bei chronischer Kniegelenkentzündung und bei Spat, ferner ausgedehnte, besonders tief gehende phlegmonöse Prozesse mit Affektion von Gelenken, endlich in seltenen Fällen der Nageltritt riefen nur in 5 (bezw. 6, mit Stickers Fall) unter 16 (bezw. 17) Fällen Reaktionen im Mark der Röhrenknochen hervor. Nur einmal fand ich lokale und allgemeine Reaktion zugleich, dreimal nur allgemeine, einmal (bezw. zweimal, mit Stickers Fall) nur lokale Reaktion. Dass bei keinem Pferd der Gruppe H eine Reaktion in unserem Sinne sich feststellen liess, sei nochmals hervorgehoben.

Gruppe I. Hämoglobinämie.

Nachdem wir uns anlässlich der histologischen Befundwiedergabe eingehend mit den Erscheinungen des Marks der Röhrenknochen bei Rückenmarkschlag (Hämoglobinämie, Lumbago gravis, akuter Kreuzlähme) beschäftigt haben, können wir uns hier, wenigstens bezüglich der Markbefunde der dort mitbesprochenen 6 Fälle (6, 25, 26, 27, 50, 82), mit dem Hinweis darauf und mit der Bemerkung begnügen, dass die Ausdehnung der Blutröten bei den 5 bis 11 Jahre alten, in leistungsfähigem Nährzustand befindlichen Pferden in keinem Fall aussergewöhnlich, und dass die allgemeine Rötung des fettigen Grundmarks durchweg sehr gering war. Nachzuholen wären aber

[1]) Von Fall 65 in Gruppe N, dessen Stollbeulenoperation wohl im Gelenk, jedoch keineswegs im Knochenmark irgendwelche Reizerscheinungen (Reaktionen) hervorrief, können wir füglich absehen.

noch die Hauptdaten aus den Obduktionsbefunden, die unsere negativen Markbefunde als neue Beweise für eine grosse Unempfindlichkeit des Röhrenknocheninnern sprechen lassen:

Fall 6, 5-jährig, gut genährt, Blutungen und Hyperämie der Nieren; Fall 25, 5- bis 6-jährig, sehr gut genährt, mit eitrigem Kopfhöhlenkatarrh, Nephritis bakteritica multiplex, Myodegeneratio psoadica, Blutungen; Fall 26, 11-jährig, sehr gut genährt, Hyperämie der Hüllen des Lenden- und Kreuzmarks, Myodegeneratio psoadica, Nephritis et Cystitis häm., Blutungen; Fall 27, 8-jährig, in mässigem Ernährungszustand, Befund wie bei Fall 26, dazu Rippenbrüche und Hämathorax und Hydropericard; Fall 50, 9-jährig, gut genährt, Hyperämie von Gehirn- und Rückenmark, Myocarditis, Nephritis; Fall 82, 8- bis 10-jährig, gut genährt, Myositis et Nephritis parenchym. et häm., Blutungen. Zu diesen Fällen kommt noch (ausser den Stickerschen) Pferd XI, 5-jährig, sehr gut genährt, Hyperämie der Nieren, Decubitus, Blutungen. Sein deutlich hyperämisches Fettmark bietet im Humerus und Femur stark ausgedehnte und in der Epiphyse des Oberarmknochens „ungewöhnliche Blutröten".

Fall XI, wie die Fälle 6, 26, 50 und 82, haben eine hyperämische, Fall 25 (mit seinem unscheinbarsten Markbefund) eine hyperplastische, Fall 27 eine gemischte Milzschwellung.

Die histologischen Untersuchungen ergaben (wie bei Stickers Fall 9) normale, funktionelle Verhältnisse in der geweblichen Grundlage der roten Markbezirke.

Im Jahre 1887, als Sticker seine Untersuchungen veröffentlichte, war bei der Hämoglobinämie wohl noch weniger als heute (durch Schlegels Arbeit) der Gedanke an ihren infektiösen, septikämischen Charakter wach geworden. Und doch scheint Stickers Befund bei seinem Fall 6 darauf hinzuweisen, wenn man — abgesehen von den Wirkungen der dort gefundenen Gelenkaffektionen — von „herdreichen Hämorrhagien" im lymphoiden Mark und von „Hämatoidinprismen" hört, die neben „Schrumpfung der Fettzellen" bei dem wahrscheinlich gallertig atrophierenden Mark des Pferdes mit „akuter Kreuzlähme" als mikroskopischer Befund verzeichnet sind. Dieser Fall 6 hatte eine Nephritis parenchym., Dissolutio sanguinis, Myositis parench. und „Gelenkaffektionen"; in der prox. Spongiosa des Femur und im distalen Ende des Humerus und der Tibia sah Sticker fleckige Röte; es bestand hyperämische Milzschwellung. Der makroskopische Markbefund ist mir in der gegebenen Form ganz neu; auch kann ich aus diesen Angaben nicht schliessen, welches das erkrankte Gelenk gewesen und was hier als Reaktion aufs Knocheninnere aufzufassen wäre. Ferner weiss ich mit den „herdreichen Hämorrhagien" nichts anzufangen; bin ich doch darüber nicht informiert, wo Sticker die Grenze zwischen den hier offenbar mikroskopisch kleinen Blutungen und zwischen starker Blutfülle fand. Dies wird um so schwerer, weil der andere Fall Stickers (Nr. 9 „Lumbago gravis") trotz seiner offenbar grösseren Intensität keine qualitativen Veränderungen im Mark der Röhrenknochen, sondern nur „multiloculäre Metaplasie lymphoiden Marks im Fettmark" gezeigt habe. Bei den „anderen Knochen" spricht Sticker zwar von „Osteomyelitis granulosa", ohne aber auf deren histologischen Charakter einzugehen. Die Beschreibung des makroskopischen Befundes verwiese den Humerus in Gr. I, das Femur in Gr. II meiner morphologischen Schemata; dazu sei noch die Spongiosa in Radius und Tibia fleckig rot gewesen. Die Milz, die Leber und die Nieren zeigten Hyperplasie, die Muskeln parenchymatöse Entzündung.

Könnten die scheinbar prinzipiellen Verschiedenheiten der beiden Sticker'schen Fälle auf Unterschiede in der Untersuchungstechnik

zurückgeführt werden? Denn ich darf wohl kaum annehmen, dass Sticker so ganz und gar anders geartete Resultate im Vergleich zu den meinigen und denen Kitts, Damanns u. a. erhalten hat. Darauf aber weisen Stickers Angaben mit Nachdruck hin, dass gerade bezüglich der Hämoglobinämie noch weitere Forschungen nötig sind, um vielleicht zu dem Ergebnis zu kommen, dass heute noch wie damals unter dem einen Begriff grundsätzlich verschiedene Krankheiten zusammengefasst werden.

Gruppe K. Gehirnentzündungen.

Von den hier zusammengestellten 4 Fällen von Gehirnentzündung hatte der erste (Nr. VIII) eine eigentümliche Entwicklung: anschliessend an eine sehr ausgebreitete, durch einen Blitzschlag verursachte Brandverletzung, die schon langsam heilte, stellte sich nach und nach Dummkoller ein. Der Befund an dem 9jährigen, stark abgemagerten Tier war: eitrig-jauchiger Katarrh der Kopfhöhlen, Ependymitis serosa und Chorioiditis. In dem hyperämischen Fettmark des Humerus bestand geringe, in dem des Femur mässige Blutröte. Bei den anderen 3 Pferden nahm die Krankheit einen rascheren Verlauf und konnte nicht mit traumatischen Ursachen in Zusammenhang gebracht werden. 2 der Pferde, Fall 3 und 91, waren beim Tode in schlechtem Ernährungszustand; doch wiesen beide fettiges Grundmark auf, das bei Pferd Nr. 3 nur in der Spongiosa höhere Rötung zeigte, bei Pferd Nr. 91 aber saftig und durchweg höher gerötet (hyperämisch) war. Bei Fall 3, einem 8jährigen Pferd, fand ich eine Chorioiditis et Ependymitis serosa und (im Körper) septikämische Blutungen; dazu kam bei dem 10- bis 12jährigen Pferd (Nr. 91) eine Leptomeningitis serosa. Die Blutröten waren in beiden Fällen nicht aussergewöhnlich. Fall 3: Hu. in Gr. VI (geringgradig), Fe. in Gr. II; Fall 91, Hu. in Gr. IV und Fe. in Gr. II. Der vierte Fall (Nr. 88) betraf ein noch jugendliches, 4jähriges Pferd von gutem Ernährungszustand, das an einem Kopfhöhlenkatarrh und an Encephalitis et Ependymitis haemorrhagica et serofibrinosa acuta gelitten hat: sein saftiges, sehr blutreiches Fettmark enthielt im Oberarmknochen mittelgrosse, rote Markbezirke (Gr. III), im Oberschenkelbein solche von gewöhnlicher Ausdehnung (Gr. II).

Die Milzschwellung des Falles VIII war gemischt, doch sehr blutreich; Fall 3 und 88 boten hyperämische, Fall 91 hyperplastische Vergrösserung der Milz. Histologische Untersuchungen fehlen in dieser und in der nächsten Gruppe.

Es ist nicht möglich, weder aus den Mark- noch den Milzbefunden auf besondere sympathische Alterationen des Röhrenknocheninnern bei Gehirnentzündungen zu schliessen. Vielmehr ist es leicht, die Befunde dieser Gruppe auf allgemein infektiöse bezw. individuelle Gründe zurückzuführen.

Gruppe L. Morbus maculosus.

Mein einziger typischer Fall von Blutfleckenkrankheit (Nr. X) betrifft ein 6jähriges, sehr gut genährtes Tier, dessen gelblichweisses Fettmark im Humerus eine sehr geringe (Gruppe II) und im Femur die gewöhnliche (Gr. II) Blutröte enthielt. Die Milz war im Zustand hyperämischer Schwellung. Hält man dagegen den Befund des 5. Stickerschen Falles, dessen „Spongiosamark" (wohl in den

Wirbeln?) „dunkelrot und flüssig“ gewesen und wo im „Fettmark und unter der Synovialmembran zahlreiche Blutungen“ sich fanden, so fällt auf, dass die mikroskopische Untersuchung nur „viele Erythroblasten und wenige Leukocyten“ als Ergebnis lieferte.

Sollte nun bei morbus maculosus Stickers positiver oder mein negativer Markbefund die Regel sein? — Das kann erst aus einer grösseren Zahl von Fällen dieser Krankheit geschlossen werden.

Gruppe M. Brustseuche (Pneumo-Pleuresia contagiosa equi).

Hier haben wir eine sehr ansteckende Infektionskrankheit der Pferde vor uns, deren pathologisch-anatomischer Charakter insbesondere durch die Lungenbrustfellentzündung fibrinös-mortifizierender bezw. serofibrinöser Art gekennzeichnet wird, in deren Verlauf sich aber in der Regel noch weitere, den hämalen Stoffwechsel betreffende Schädigungen (z. B. Herzmuskelentzündungen und Blutzersetzungsvorgänge) einstellen. Es ist deshalb zu erwarten, dass die Funktion des Knochenmarks auch in den Röhrenknochen irritiert wird. Von Lungen- und Brustfellentzündungen anderer Aetiologie und Genese war ja schon mehrmals die Rede; doch haben wir dort (Gr. G und H) nirgends einwandfreie Belege dafür erhalten, dass diese Leiden, auch nur in der Minderzahl der Fälle, einen Reflex im Mark der Röhrenknochen erzielen würden. Vielmehr sahen wir die verschiedenen Abstufungen der makroskopischen Befunde wie in Gr. A; ebenso verhielt es sich in der Hauptsache mit dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchungen. Eine Art Übergang zwischen Gr. G und M bildet Fall 63, zu dessen Infektion durch Brennstichwunden in der Spatgegend eine klinisch diagnostizierte und pathologisch-anatomisch „typische“ Brustseuche hinzukam.

Dieser Fall 63 (9jährig, mässig genährt) wurde schon anlässlich der Zusammenfassung der Markreaktionen auf Gelenkaffektionen (am Schluss von Gruppe H) genannt, weil sich durch linksseitig stärkere Hyperämie des Schienbeinmarks eine „allgemeine Reaktion“ bei ihm eingestellt hatte. In dem allgemein hyperämischen Fettmark des Humerus war eine Blutröte von mässiger Grösse (Gr. VII b); im Oberschenkelbein hatte der lymphoide Bezirk dieselbe Ausdehnung wie in allen 11 Fällen der Gruppe M (Gr. II). Es bestehen also bei den Brustseuchepferden nur Unterschiede in den lymphoiden Markbezirken der Oberarmknochen, wenn wir zunächst das Vorkommen von Blutröten in den Diaphysen des Radius (Fall V) und der Tibia (Fall 29) nicht mit berücksichtigen wollen.

Dies möchte ich einigermassen dadurch begründen, dass bei den vorwiegenden Affektionen im Thorax die Vordergliedmassen vielleicht doch darauf eine Art funktionelle Reaktion zeigen könnten. Können wir diese Vermutung für begründet erachten, wenn wir hören, dass 2 Fälle (Nr. 40 und 62) überhaupt keine lymphoiden Bezirke im Humerus und 2 bezw. 3 Fälle die geringste Stufe derselben enthielten: Nr. 20 und 93 in Gr. I; Fall 49 (Gallertmark) in Gr. II? Von den übrigen 6 Fällen wies Fall 29 (s. auch oben) die grösste (Gr. VII c), Fall 37 und 45

ziemlich bedeutende (Gr. III bezw. V), Fall V, 56 und 63 (bezügl. V s. oben) nur mittelmässige Ausdehnung der Blutröten (Gr. VIIb) auf. Das Alter der Tiere schwankte zwischen 3 und 14 Jahren; ihr Ernährungszustand zeugte überall von guter Leistungsfähigkeit (Fall 45, 62 und 93 „sehr gut", Fall V, 20, 37, 40, 49, 56 „gut", Fall 29 und 63 „mässig" genährt); die pathologisch-anatomischen Befunde brachten, ausser bei dem schon besprochenen Fall 63 und dem mit Druse komplizierten Fall 56, nichts wesentlich Verschiedenes; höchstens könnte man noch auf die Peri- und Epicarditis in Fall 29 hinweisen. Nimmt man noch dazu, dass die Fälle 45, 56 und 62 keine, die Fälle 20, 29 und 49 (im Gallertmark) nur eine leichte allgemeine Rötung, endlich erst die Fälle V, 37, 40, 63 und 93 deutliche allgemeine Hyperämie des Grundmarks zeigten, so wird man sich noch nicht für berechtigt halten, die oben aufgeworfene Frage mit Ja zu beantworten.

9mal konstatierte ich hyperämische Milzschwellungen (Nr. 20, 29, 37, 40, 45, 49, 62, 63, 93). Die gemischte Schwellung in Fall 56 und die hyperplastische in Fall V liefern gleichfalls keine Stütze dafür, dass Milzzustände, das Knochenmark der Röhrenknochen und infektiöse Krankheiten unter einander regelrechte Beziehungen hätten. Die histologischen Untersuchungen der 4 Fälle (29, 40, 49 und 56) bringen nichts Neues.

So dürfen wir also auch diese Gruppe verlassen, ohne etwas wesentlich Anderes als bisher gefunden zu haben. Immerhin sei noch besonders auf die „ungewöhnlichen Blutröten" bei Pferd V und 29 aufmerksam gemacht.

Gruppe N. Lungenbrand und andere Pneumonien.

Aus ähnlichen Gründen, wie wir die Fälle der Gruppen D und E gesondert besprochen haben, sind wir bezüglich der Lungenaffektionen der Gruppen M und N trennend vorgegangen. Wenn uns bei der letzten Gruppe schon auffiel, dass (bei mässiger Ausdehnung der roten Markbezirke im Oberschenkelknochen) in einigen Fällen das Oberarmbein unverhältnismässig grössere Bezirke solcher Art enthielt, und wenn wir dort die Frage aufgeworfen haben, ob dieser Befund mit dem Sitz der Infektionskrankheit im Brustraum (also im Bereich der Vordergliedmassen) zusammenhinge, so haben wir uns dort noch nicht entschliessen können, solche Beziehungen anzunehmen. Daran hinderte uns nicht allein der Umstand, dass bei ähnlicher In- und Extensität der Krankheit in der Mehrzahl der Fälle die Blutröte im Humerus eben doch unscheinbar oder eine solche gar nicht vorhanden war, sondern auch die Tatsache, dass bei etwaigem Bedürfnis nach frischen Blutelementen auch bei anderem, nicht im Bereich des Thorax liegendem Ausgangspunkt und Sitz der Blutvergiftung (wie z. B. bei dem kniegelenkskranken Pferde Nr. 38 der Gruppe G) der Oberarmknochen verhältnismässig mehr funktionelles Mark aufwies, als der Oberschenkelknochen. Endlich mag vielleicht dem Lymphoidmark des Humerus überhaupt eine grössere hyperplastische Elastizität

erhalten bleiben, als dem Gebiet, dessen Blutröten vorwiegend (und bälder als die Femurbezirke) der Verwandlung in Fettmark anheimfallen, welches also in einer gewissen Labilität sich befindet. Trotz alledem wird wohl die Lokalisation der Krankheit (hier bei Gruppe M und N und bei einigen Fällen der Gruppe G und H im Thorax) einen, sagen wir in zweiter Linie bestimmenden Einfluss auf die Grösse der roten Bezirke in den Röhrenknochen insofern haben, als bei Affektionen der Lungen und des Brustfells im Innern des Humerus (und selten wohl auch des Radius) ein besonderer Reiz auf die Blutbildungsstätten ausgeübt und gewissermassen das meta- bezw. hyperplastische Bedürfnis derselben in manchen Fällen von dort aus allein gestillt wird. Hiedurch würden die Befunde von „normal gross“ gebliebenen Femurblutröten bei den sämtlichen Fällen der Gruppen M und N einigermassen erklärlich. Nicht jedoch die Fälle 29 (in Gruppe M) und 16 und 74 (in Gruppe N), wo „ungewöhnliche“ Blutröten in der Tibiadiaphyse bezw. in den Epiphysen der Tibia und des Femur sich vorfanden; während Fall V in Gruppe M mit seiner Blutröte in der Radiusdiaphyse für unsere Annahme zu sprechen scheint. Die vorstehenden Betrachtungen regen aber auf alle Fälle dazu an, dass in dieser Richtung weitere Erfahrungen gesammelt werden, deren Ergebnisse dann wohl auch zugleich einer richtigen Wertung der von mir zunächst als „Blutröten von ungewöhnlichem Sitz“ angesprochenen und beurteilten Markbezirke zugute kommen möchten.

Im Anschluss an diese kritischen Überlegungen beschäftigen wir uns mit der Frage, ob der „Lungenbrand und andere Pneumonien“ gegenüber dem Mark der Röhrenknochen und der Milzbeschaffenheit ein ähnlich neutrales oder zweifelhaft (und höchstens ganz allgemein) beeinflussendes Verhalten zeigen, wie wir es in dem Bisherigen bei den verschiedensten Krankheiten gesehen haben.

Von den 4 abgemagerten (Nr. 47 und 74) bezw. schlecht genährten (Nr. 16 und 80) Pferden dieser Gruppe weisen drei, Fall 16, 74 und 80 gallertiges Grundmark auf. Fall 16, 18jährig, litt an Pneumonia gangraenosa und Pleuritis et Pericarditis serosa und wies viele Haemorrhagien auf. Ausser seinen geringen Humerus- und mässigen Femurblutröten fanden sich solche in der proximalen Epiphyse des Humerus und der Tibia und in der distalen des Femur. Dieser Befund (und noch mehr der in Fall 74) liefern scheinbar einen weiteren Einwurf gegen die oben gedachte Möglichkeit, dass Gallertmarkbildung zugleich ein Beschränktsein der lymphoiden Markbezirke bedinge. Fall 74 betrifft ein 7jähriges Pferd mit denselben Lungenbrustfellaffektionen und Allgemeinerscheinungen wie im vorigen Fall; dazu kam noch eine einmalige Linksdrehung des Colon ascendens. Sein Körperfett war sulzig. In dem hyperämischen Gallertmark des Oberarmbeins fanden sich bedeutende Blutröten, dazu kleinere in der proximalen Epiphyse dieses Knochens und des Schienbeins, endlich solche in der distalen Femurepiphyse. Und dabei hatte die Milz keine Zeichen einer Schwellung! Ebensowenig wie in dem dritten Fall

(Nr. 80) von Gallertmark, wo — ohne allgemeine Hyperämie, wie in Fall 16 — die Blutröten, im Gegensatz zu den vorigen, je die geringsten (je Gr. I in Fe und Hu) waren. Dieses Pferd 80, 15jährig, war (durch Halsschnitt) an Verblutung gestorben und zeigte eine brandige Phlegmone, sulziges Körperfett und eine chronische eitrige Bronchopneumonie. Das vierte abgemagerte (struppierte) Pferd, Fall 47, war 7jährig, hatte Decubitalgangrän. Pneumo-Pleuresia haemorrh., Gastritis parench., Enterit. catarrh. acut. und durchweg sulziges Körperfett. Das Grundmark der Röhrenknochen war aber rein fettig, gelb. Im Humerus fand sich geringste (Gr. IV), im Femur die gewöhnliche Ausdehnung (Gr. II) der Blutröte. Dieser und mehr noch der folgende Fall (Nr. 65) scheinen mir gegen eine prinzipielle, sympathische Reaktion des Knochenmarks bei Lungenaffektionen zu beweisen. Fall 65, 10jährig, sehr gut genährt, wegen Stollbeule operiert, Pneumo-Pleuresia fibrinopurulenta, Tendovaginitis purul., blutige Schwellung der Lymphdrüsen, reines Fettmark in allen Röhrenknochen ausser dem Oberschenkelbein, das die gewöhnliche Blutröte (Gr. II) enthielt. Von den beiden noch übrigen Fällen dieser Gruppe scheint der eine (Nr. 31) mehr als der andere (Nr. 70) sich hinsichtlich seiner Bedeutung und Nutzung den anlässlich der Diskussion über einen Zusammenhang zwischen Thoraxleiden und lymphoiden Markbefunden in den Vordergliedmassen abgehandelten Fällen 16 und 74 anzuschliessen: Fall 31, 15jährig, gut genährt, Pneumo-Pleuresia serofibrinosa und septikämische Blutungen, geringgradig hyperämisches Fettmark, Humerus-Blutröte in Gruppe VIIc (bedeutendste Ausdehnung), Femurblutröten in Gruppe IIIb (nur mittelmässig). Pferd 70 endlich war 5jährig, in mässigem Ernährungszustand, Schlunddivertikel mit fremdem Inhalt und den hämorrhagisch-nekrotischen Folgen in der Oesophagealschleimhaut, reichliche Blutungen unter den serösen Häuten, Pneumonia haemorrh. waren der Obduktionsbefund, dem sich im Humerus eine nicht unbedeutende (Gr. V), im Femur die gewöhnliche (Gr. II) Blutröte in hyperämischem Fettmark anschloss.

Die bei Fall 31, 47 und 70 gefundenen hyperämischen und hyperplastischen Milzschwellungen der Pferde Nr. 16 und 65 besagen nach meiner Meinung ebensowenig etwas Neues als die schon erwähnten negativen Befunde bei Fall 74 und 80.

Die Resultate der histologischen Untersuchung der Fälle 31, 65 und 70 bestätigen hinwiederum nur die schon mehrfach erwähnte grosse Blutfülle und die lymphoide Beschaffenheit der roten Markbezirke.

Stickers Fall 1 gehört hierher: Eine doppelseitige brandige Lungenentzündung, eine chronische und eine frische sero-fibrinöse Pleuritis, eine Gastro-Enteritis und Lymphadenitis sind die hauptsächlichsten Obduktionsergebnisse, die an unsere Fälle 47 und 65 erinnern und in Milz (hyperplastische Schwellung) und Mark entsprechende Verhältnisse darbieten; nur dass St. die von uns als gewöhnliche, „normale" Erscheinungen erkannten Blutröten in Sitz und Ausdehnung offenbar ungewöhnlich findet und als Metaplasie deutet. Die gewebliche Grundlage bezeichnet aber auch er als eine normal lymphoide. Die Ergebnisse der makro- und mikroskopischen Markuntersuchungen bei seinem Fall 8, Septikämie, schliessen sich den für Fall 1 geschilderten völlig an, lassen also auch keine qualitativen Unterschiede vom Normalen feststellen.

Ehe wir mit diesem Fall St.'s Befundangaben abschliessen, möchte ich es nicht unterlassen, auf die prinzipiellen Unterschiede meiner und seiner Beurteilung der lymphoiden Markbezirke aufmerksam zu machen. Die von ihm als Meta- und Hyperplasie bezeichneten Partien musste ich in den meisten Fällen infolge meiner Erfahrungen als

normale Erscheinungen auffassen. Und in seinen mikroskopischen Befundangaben vermisste ich insbesondere jegliche Erwähnung von Riesenzellen, die, wie wir sahen, beim Pferd nirgends in den lymphoiden Markbezirken fehlen. (Skiba hingegen teilt sowohl jene als auch diese Anschauung mit mir.)

Gruppe O. Nephritis.

Das 12jährige, gut genährte Pferd des Falles Nr. 104 litt an einer hämorrhagischen und herdförmig eitrigen Nierenentzündung. Klinisch war Eiweiss und Blutfarbstoff im Harn nachzuweisen. Bei der Obduktion fand man ferner vielfache Blutungen, Hyperämie von Lungen und Milz, letztere im Zustand der Schwellung. Dem gallertartigen (saftig-sulzigen) Fettmark waren im Humerus und Femur sehr geringe (Gr. I) bezw. mässige (Gr. II) rote Markbezirke eingelagert.

Der klinische Verlauf des Falles veranlasste mich, ihn allein zu stellen. Sein Markbefund zeigt viel Ähnlichkeit mit dem der Fälle 25, 26 und 27 der Gruppe J. Dementsprechend möchte ich ihn (wie jene dort) als negativ bezeichnen. Die Gründe dafür finde ich in dem verhältnismässig kurzen Verlauf der Krankheit und in dem auch bei schweren Schädigungen des hämalen Stoffwechsels (wie wir sie doch in den Nierenentzündungen vor uns haben) nur sehr langsam beeinflussbaren Innern der Röhrenknochen. Histologische Untersuchungen fehlen mir.

Allgemeine Zusammenfassung über das Mark der Röhrenknochen des Pferdes bei Krankheiten.

Die im Kapitel „Anatomie“ verwendeten Befunde im Röhrenknochenmark haben wir im vorstehenden Kapitel vom Gesichtspunkt der Krankheiten und Todesursachen aus kritisch beleuchtet. In der Hauptsache fanden wir unser dortiges Vorgehen durch die Ergebnisse unserer Gruppenbetrachtungen berechtigt und können daran festhalten,

1. dass die bezüglich der Epiphysengrenzen gemachten Angaben für gesunde und kranke Tiere gelten;
2. dass die gallertige Atrophie des Fettmarks in jedem Falle als der Ausdruck krankhafter Ernährungsstörungen aufzufassen ist; ebenso wie die allgemeine Hyperämie und die Durchsaftung fettigen Grundmarks als Teilerscheinungen tiefgreifender Allgemeinschädigungen zu bezeichnen sind;
3. dass die in Figur 3 und 4, 5 und 6 festgelegten morphologischen, schematisierten Schnittflächenbilder den normalen Erscheinungsmöglichkeiten lymphoider Markbezirke entsprechen; wobei allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass die Form, der Sitz und die Ausdehnung der roten Partien, welche bei dem

einen Tier als individuelle Eigenheit erscheinen, bei einem anderen durch nachträgliche Vergrösserung der funktionellen Gebiete erzielt und entstanden gedacht werden können. Der Befund roter Markbezirke in Radius und Tibia erwachsener Pferde ist nach den bisherigen Erfahrungen zum wenigsten als „ungewöhnlich“ zu bezeichnen und dürfte auf dem Weg der Metaplasie entstanden sein.

4. Mikroskopisch erweisen sich die roten Markbezirke überall als lymphoid, als Blutbildungsstätten; der Blutgehalt und die zellige Grundlage derselben sind, schon normaliter, grossen und in der Regel nur quantitativen Schwankungen unterworfen.

5. Als Reflex der Krankheiten finden wir am häufigsten die Verschiedenheiten der Blutfülle (Hyperämie, fragliche Blutungen mikroskopischer Grösse, Gerinnungserscheinungen).

6. Gelenkerkrankungen vermögen besondere Wirkungen — „lokale“ und „allgemeine“ Reaktionen — auf die benachbarten Markgebiete auszuüben; doch finden wir diese Beeinflussung verhältnismässig selten.

Es ist aber auffallend, wie gering in der Regel der Einfluss von Krankheiten, auch bei grösster Intensität, Ausbreitung und langer Dauer, auf das Mark der Röhrenknochen des Pferdes ist. Das Mark der Wirbel, der Rippen, des Brustbeins, der Schulterblätter usw. scheint demnach auch bei stark vermehrtem Blutbedürfnis verhältnismässig lange Zeit die Ersatzbildung der Elemente des Blutes allein bewältigen zu können.

IV. Zusammenfassende Schlussbetrachtung.

1. Die anatomische Untersuchung des Marks der grossen Röhrenknochen geschieht am besten durch regelmässige Ausführung und Besichtigung sagittaler Schnitt- (bezw. Säge-) flächen durch die Mitte der Röhre. Auf diese Weise lassen sich nach vorsichtigem Abspülen die wichtigsten Verhältnisse schnell und reinlich erkennen und bei einiger Übung dieser Methodik diagnostisch verwerten. Zu beachten sind folgende Gesichtspunkte: Epiphysengrenzen, zentrale Höhlenbildung, Blutgehalt, Gefässverteilung (Injektionsröte), Stärke der Kompakta, Ausdehnung und Beschaffenheit der Spongiosa, des Grundmarks und der Blutröten d. h. der roten Lymphoidmarkbezirke.

In der Regel genügt die Untersuchung je eines Oberschenkel- und Oberarmknochens. Jedoch bei chirurgischen

Leiden der Gliedmassen muss sich die Dissektion und Obduktion womöglich auf alle Röhrenknochen beider Seiten erstrecken.

2. Von den Epiphysenfugen erhält sich die proximale des Oberarmbeins und die distale des Oberschenkelbeins am längsten deutlich. Neben dem Alter, welches für gewöhnlich mit vier Jahren noch das Vorhandensein jener Fugenlinien zulässt, müssen entschieden noch andere, physiologische, individuell verschiedene Faktoren für das Verschwinden bezw. Erhaltenbleiben jener Grenzen massgebend sein, welche diesen Vorgang bis in das 7., 8., ja 12. bis 13. Lebensjahr hinausziehen können.

3. Die Bildung gallertigen „Grundmarks" deute ich auch beim Pferde als eine Erscheinung, die von krankhaften Ernährungsstörungen bedingt und in ihrem Auftreten meistens — aber erst in zweiter Linie! — durch das höhere Lebensalter unterstützt wird; und zwar beginnt die Umwandlung von Fett- in Gallertmark in den reinen Grundmarkbezirken.

Unter „Grundmark" verstehe ich die aus Stützgewebe bestehende, oft alleinige Füllmasse der Knochenhohlräume, die in der Regel jeweils allen Röhrenknochen eines Tieres gemeinsam charakteristisch ist; also das Fettmark und seine Entartungszustände bis zum reinen Gallertmark.

4. Die Markhöhlengrösse des Oberschenkel- und Oberarmbeins liess in meinen Fällen keine prinzipiellen Schlüsse zu, etwa in dem Sinne, dass im höchsten Alter die Spongiosa wieder an Ausdehnung zunehme und dadurch die Höhle verkleinere; vielmehr erwies sich ihre Grösse nur geringen, individuellen Schwankungen unterworfen. Bemerkenswert erscheint immerhin die bei einigen Fällen gemachte Beobachtung einer quer verlaufenden Spongiosabrücke an der Grenze vom mittleren zum distalen Diaphysendrittel des Oberarmbeins; diese Erscheinung stelle ich in Parallele zu der seltenen, abnormen Ausdehnung eines mehr oder weniger lockeren Bälkchengerüsts auch über den Höhlenanteil des Oberschenkelbeins.

5. Rote Markbezirke (das sind die stets scharf abgegrenzten „Blutröten" der Schnittflächenbilder) bleiben im Oberschenkelbeine aller erwachsenen Pferde während des ganzen Lebens erhalten und zwar ungeachtet, ob das Grundmark fettiger oder gallertiger Beschaffenheit ist. Für das Oberarmbein gilt dies nicht ebenso; doch fand ich in 112 unter 120 Fällen „Blutröten", deren Existenz weder etwa auf jugendliches Lebensalter, noch auf krankhafte Vorgänge zurückzuführen ist, vielmehr offenbar durch physiologische Momente bedingt wird. Dies gilt von den in der Diaphyse genannter

Knochen gelegenen roten Bezirken, einerlei ob im Spongiosa- oder im Höhlenmark; ferner von denen in der proximalen Epiphyse (im Caput) des Oberschenkelbeins.

Enthält dagegen die proximale und distale Humerus- oder die distale Femurepiphyse rote Markpartien, so ist ihr „normaler" Charakter zum wenigsten zweifelhaft. Das Vorkommen von Blutröten in der distalen Femur-, Humerus- und Radius- und in der proximalen Tibiaepiphyse verweise ich in das Gebiet ungewöhnlicher Erscheinungen. Ebenso beurteile ich die roten Partien im Grundmark der Diaphyse von Schienbein und Speiche.

Der Sitz und die Ausdehnung der roten Markbezirke, deren Rot die verschiedensten Abstufungen zu Hellrot und Schwarz hin aufweist und deren Konsistenz ebenfalls wechselt, zeigen auf der Schnittfläche der beiden grössten, proximalen Röhrenknochen einen gewissen morphologischen Schematismus, dessen anatomische Grundlagen ich in den zirkulatorischen Eigentümlichkeiten des Röhrenknocheninnern sehe. Alter und Krankheit zeigen keinen notwendigen, noch merkbaren Einfluss auf die Verschiedenheiten im Auftreten der Blutröten erwachsener Pferde; vielmehr mache ich hiefür in erster Linie physiologische und im Lebensablauf des Individuums ruhende Gründe verantwortlich.

6. Die Organabdrücke sind eine für die zelluläre Untersuchung roter Markbezirke geeignete und in der Regel zufriedenstellende Methode, die bei gallertigem Grundmark allerdings kaum verwertbar sein dürfte, sonst aber den noch beliebten Zellabstrichen entschieden vorzuziehen ist. Als lohnendstes Vorgehen möchte ich die leicht zu handhabende Paraffineinbettung bezeichnen, die bei gewöhnlicher Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Eosin ganz hervorragende Resultate liefert.

7. Den verschiedensten roten Markbezirken entspricht in allen meinen Fällen durchweg als histologische Grundlage ein mehr oder weniger blutreiches lymphoides Mark, das zwar mit allen Bestandteilen des jugendlichen Knochenmarks ausgestattet ist, jedoch bezüglich seiner Gefäss- und Stützgerüstverhältnisse überhaupt oft Eigentümlichkeiten zeigt, welche auf etwaige Wiederbesiedelung (Reaktivierung) einstigen „Grundmarks" hindeuten.

8. In erster Linie sei das regelmässige Vorkommen mehr oder weniger zahlreicher Riesenzellen der verschiedensten Eigenheiten in Kern und Zellleib betont, die ich als Stadien einer Entwicklungsreihe der riesenhaft ausgewachsenen spezifischen Markzellen (der Myeloblasten) und als Zeichen reger resorptiver Tätigkeit auffasse.

Von dem funktionellen Charakter der untersuchten roten Markbezirke gibt ausserdem das stetige Vorkommen von kernhaltigen (nicht selten zweikernigen) roten Blutkörperchen, von myeloischen und leukocytären Elementen Zeugnis; unter diesen erscheinen mir die Eosinophilen ganz besonders bemerkenswert. Blut, Pigmentzellen und freies Blutpigment sieht man in den mannigfaltigsten Erscheinungsformen. Dagegen vermisste ich den Fund erythrocytenhaltiger Zellen und Charcötscher Kristalle. Die einlässliche Deutung der einzelnen Elemente lymphoiden Marks bezüglich etwaiger krankhafter Störungen behalte ich mir vor, bis ich mein Material noch durch andere, spezifische Färbemethoden eingehender geprüft habe

9. Von den Bestandteilen des Stützgerüsts zeigten die Fettzellen in Verbreitung, Anordnung und Schwund die schon bekannten Tatsachen; während bezüglich der Blutbahnen, insbesondere der Gefässwände und bezüglich der Nerven interessante Befunde zu konstatieren sind: ausser der — unter 7. — berichteten Tatsache, dass auch in manchen lymphoiden Bezirken die Dicke der Gefässwände eine solche war, wie wir sie gewöhnlich in fettigem und gallertigem Mark finden, treten uns immer wieder (in allen Schichten der Gefässwand und direkt an ihr anliegend) Gebilde entgegen, die sich zunächst ungefärbt als netzartige, oft kernhaltige, mehr oder weniger kleine Bezirke präsentieren, deren Maschen rundlich, oval, zitronen- und spindelförmig etc. gestaltet sind, einzeln und in kleineren Gruppen und Reihen erscheinen und auf den ersten Blick den Eindruck von quer getroffenen glatten Muskelfasern, deren Protoplasma ungefärbt geblieben ist, oder von markhaltigen Nervenfasern machen. Die Maschen scheinen, wie gesagt, oft leer, oft mit einem zentral, aber auch peripher gelegenen, blau gefärbten, rundlichen Kern ausgestattet. Vorerst — eine genaueste methodische Untersuchung ist im Gange — müssen wir sie wenigstens z. T. noch als lockere Zellgebilde fraglichen Charakters ansprechen; d. h. soweit sie sich nicht als Intimazellen, quergetroffene, glatte Muskelzellen oder als Nervenfasern deuten liessen.

Die Aufzweigung der Gefässe ist auch nach meinen Befunden eine eigentümliche, ich möchte sagen plötzliche, indem aus verhältnismässig kräftigen kleinen Arterien direkt feinste und weite Kapillaren entspringen, die dann in der nächsten Nähe ihres Ursprunges verbleiben, bezw. sich rasch in noch geräumigere Behältnisse verlieren, oder auch feine Netze bilden. Dies entspricht dem Bilde im Grundmark. Im lymphoiden Mark müssen wir das häufige Vorkommen wandungsloser (d. h. mangelhaft oder nicht zellig bewandeter) Blut-

bahnen annehmen. Die Venen sind seltener zu sehen; sie haben dünne Wände und eine sehr weite Lichtung.

Kräftige und feinere Bündel markhaltiger Nervenfasern habe ich, in Begleitung grösserer Gefässe (Venen) zunächst einmal im Innern des Humerus, in reinem Fettmark feststellen können.

10. Bei der Beurteilung der Blutröten auf den Schnittflächen der grossen Röhrenknochen kranker Pferde geben uns, mit Ausnahme vielleicht der im 5. dieser Schlusssätze, Absatz 2, aufgeführten Stellen, weder Sitz noch Ausdehnung derselben an sich darüber Aufschluss, ob sie in der krankhaften Störung des Organismus ihren Grund haben: wir müssen sie vielmehr in der Regel, auch bei längerer Dauer und grösserer Intensität des Leidens, zunächst als normale Möglichkeiten auffassen. Ebenso liegen die Verhältnisse noch bezüglich des Blutgehalts der mikroskopisch lymphoiden Markbezirke.

Doch lässt sich's gut verstehen, dass bei mannigfachen und weitgehenden Blutungen im sonstigen Tierkörper die lymphoiden Markbezirke keine Ausnahme machen, umsomehr, als die Alterationen des Blutes und der Gefässwände hier noch leichter stärkeren Ausdruck finden können. Histologische Merkmale für kleinere Hämorrhagien in sonst myeloischen Partien lassen sich infolge der zahllosen, oft wandungslosen Bluträume (hinsichtlich ihrer diagnostischen Trennung von hyperämischen Möglichkeiten) heute noch kaum aufstellen. Jene möchten wohl dort zu finden sein, wo grössere Blutherde und besonders solche mit mehr oder weniger deutlichen Gerinnungserscheinungen zu finden sind.

In den Grundmarkbezirken ist andererseits eine gewisse Torpidität diesen Faktoren gegenüber ebenso verständlich.

Die auf den Schnittflächen der Röhrenknochen, besonders der reines Grundmark bietenden, spongiösen Teile häufig zu beobachtenden, mehr oder weniger kleinfleckigen Blutröten rühren (ähnlich denen auf frischen Schnittflächen des Gehirns) von dem Reichtum an natürlich injizierten, durchschnittenen, nachblutenden venösen und kapillären Blutbahnen her und lassen sich durch vorsichtiges Abspülen leicht entfernen.

Gemeinhin gilt daher auch nach meinen Untersuchungen die Behauptung Stickers, dass „das gelbe Fettmark der Knochenhöhle, wie das übrige Fettgewebe des Körpers bei akuten Krankheiten meist keine Veränderung erleidet."

Über Gallertmarkbildung siehe 3. Schlusssatz.

Dass aber der Organismus besonders bei längerer Dauer einer Blutkörperchen zerstörenden Krankheit durch möglichst massenhafte

Ersatzlieferung, so lange und so gut es geht, reagiert, d. h. neue Blutbildungsstätten zu gründen (Metaplasie) bezw. seine bisherigen zu vergrössern (Hyperplasie lymphoiden Marks) sucht, also dem Obduzenten, abgesehen von etwaigem, auf anderen Gründen beruhendem, Gallertmarkbefund, eine pathologisch-physiologische Markveränderung bietet, ist sehr begreiflich. Doch gelang es mir nicht, hiefür die erwarteten Belege zu erbringen; vielmehr vermöchte ich ausser den Fällen mit „Blutröten an ungewöhnlichen Stellen" in dieser Hinsicht keinen Beweis ins Feld zu führen. Und diese beweisen prinzipiell nach meiner Meinung um so weniger, als ich bei ausgesprochen schwersten Leiden — im oben bezeichneten Sinn! — gar keine meta- noch hyperplastische Wirkung, ja ab und zu eine abnorm geringe Ausdehnung des Lymphoidmarks konstatierte.

Wirkliche Entzündungsprozesse und ähnliche Prozesse sympathischer Natur sah ich nirgends.

11. Bezüglich der Beurteilung der Milzschwellungen sehen wir uns noch mehr zur Vorsicht veranlasst. Dort, wo die Ursachen zur Vergrösserung der Milz im Blutstoffwechsel liegen, wie dies bei chronischen, fieberhaften Krankheiten, auch bei Emphysematikern, der Fall ist, kann eine Vergrösserung der Blutbildungsstätten auch im Mark der Röhrenknochen auf sympathischer Basis erwartet und gefunden werden und umgekehrt. Keineswegs dürfen wir aber annehmen, dass etwa die Milzschwellungen regelmässig mit den Funktionen (und damit auch mit dem gefundenen Zustand) der Markgebiete in den Röhrenknochen der Gliedmassen in Beziehung zu bringen sind. Vielmehr beschränken sich einerseits die funktionellen Markreaktionen oft auf die zeitlebens lymphoid bleibenden Bezirke (der Wirbel, Rippen usw.); andererseits gibt es ausser den physiologischen, hauptsächlich durch Verdauungsphasen bedingten Milzvergrösserungen und ausser den akuten, reaktiven und, wie die erstgenannten, aus direkt hämalen Ursachen entstandenen Milzschwellungen solche, deren Ätiologie auf direkte oder indirekte Störungen der Assimilation d. h. des chylösen Stoffwechsels sich zurückführen lässt.

12. Die Empfindlichkeit des Knochenmarks ist bei Erkrankung benachbarter Gelenke verhältnismässig gering. Wir unterscheiden die „lokalen Reaktionen" des Marks, welche eine zonal oder herdförmig umschriebene Wirkung in mehr oder weniger direktem Anschluss an das erkrankte Gelenk darstellen, von den „allgemeinen Reaktionen", die darin bestehen, dass mehr diffusse Rötung der benachbarten oder auch aller Knochen derjenigen Gliedmassen, in deren Bereich das kranke Gelenk liegt, zu beobachten

ist. Bei unserem Pferdematerial haben 1. besonders heftige, lokale Entzündungsreize (infizierte Brennstiche bei chronischen Gelenkleiden), 2. ausgedehnte, tiefgreifende, mit Gelenkaffektionen vergesellschaftete, phlegmonöse Prozesse, 3. — in den seltensten Fällen — die ausnahmsweise schweren Folgen eines Nageltritts solche Fernwirkungen auf das Mark zu erzielen vermocht.

Mitteilungen aus dem botanischen Museum der Universität Zürich. (LX.)

1.

Beiträge zur Kenntnis der afrikanischen Flora (XXV.)

(Neue Folge.)

Herausgegeben von Hans Schinz (Zürich).

Mit Beiträgen von

E. Hackel (Attersee). **Albert Thellung** (Zürich).
Hans Schinz (Zürich).

Gramineae.

E. Hackel (Attersee).

Pogonarthria leiarthra Hackel nov. spec.

Annua. Culmi erecti, circ. 40 cm (sine panicula) alti, teretes, glaberrimi, 4-nodes, simplices, fere ad apicem usque foliati. Vaginae teretes, arctae, internodiis breviores, ore colloque fimbriatae ceterum glaberrimae. Ligula ciliaris, brevissima. Laminae lineares, longe acutatae, 7—10 cm lg., 3—4 mm lt., glabrae, subtus laeves, supra marginibusque scaberulae, virides, tenuinerves. Panicula linearis stricta densiuscula 20—28 cm lg., 3—4 cm lt., rhachi inferne glabra superne ad angulos ciliolata; racemi creberrimi (circ. 80) solitarii binive sibi approximati, patentes, stricti, 1,5—2 cm longi breviter pedunculati, rhachi speciali tenui, pedunculoque angulis strigosa. Spiculae in singulo racemo 5—7, secundae, distichae, ejusdem seriei contiguae v. subimbricatae, breviter pedicellatae (pedicello circ. 1,5 mm longo scabro), rhachi appressae, lineari-oblongae, 5—6 florae, 8 mm longae, floribus sese ad $^1/_3$ circ. tegentibus, e pallide viridi et rufo-violaceo variegatae, rhachilla glaberrima. Glumae steriles fere ad medias fertiles pertinentes, lanceolatae, acutae, mucronulatae, 1-nerves carina scabrae, I. 2 mm, II. 3 mm longae, rufescentes. Glumae fertiles lanceolatae, acutae, 3,5 mm lg., aristula 1—1,5 mm longa terminatae, 3 nerves, nervis lateralibus ad $^2/_3$ glumae usque productis, carinatae, carina nervisque scabrae, ceterum glaberrimae, inferne viridulae, superne rufo-violascentes. Palea glumam sine aristula aequans, oblonga obtusa emarginata, bicarinata, carinis subcurvulis scaberula. Antherae 1,5 mm longae.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Amboland): Ondonga, Rautanen.

Als Stapf die Gattung *Pogonarthria* aufstellte, war ihm nur eine Art bekannt: *P. falcata* Rendle, deren Name später von Pilger auf Grund der von ihm erkannten Identität mit *Poa squarrosa* Lichtenst. in *Pog. squarrosa* umgeändert wurde. Von dieser unterscheidet sich die neue Art durch die einjährige Wurzel, durch die ganz kahlen Glieder der Ährchenspindel (deren Behaarung Stapf als Gattungsmerkmal ansah) und durch die begrannten Deckspelzen. Zu *Pogonarthria* gehören aber auch 2 Arten, die ich schon lange unter *Diplachne* beschrieben habe, nämlich *Pog. Fleckii* (*Dipl. Fleckii* Hack.), die neuerdings von Pilger als *Pog. tuberculata* beschrieben wurde, und *Pog. Menyharthii* (*Dipl. Menyharthii* Hack.), so dass wir nun eine Gruppe von 4 ziemlich nahe verwandten Arten kennen, die allerdings von *Diplachne* in dem Umfange, in welchem die Gattung gegenwärtig aufgefasst wird, schwer abzugrenzen sind. Allein die Gattung *Diplachne* ist in ihrer gegenwärtigen Begrenzung kaum natürlich und dürfte bei eingehenderem Studium eine weitere Zerlegung erfahren, wodurch dann auch die Abgrenzung von *Pogonarthria* schärfer ausfallen wird. Jedenfalls nimmt diese Gattung eine Mittelstellung zwischen *Diplachne* und *Eragrostis* ein, zu der ich die *P. squarrosa* anfangs (als *E. Marlothii*) gestellt hatte.

Sporobolus inconspicuus Hack. nov. spec.

Perennis. Innovationes extravaginales, brevissimae (cc. 2 cm longae), basi squamis pallidis subchartaceis tunicatae. Culmi erecti circ. 30 cm alti graciles obtusanguli glaberrimi circ. 4 nodes, nodo summo infra $^1/_4$ inferiorem sito. Vaginae teretes, arctae, glaberrimae, internodiis parum breviores. Ligulae margo membranaceus angustus dense ciliolatus. Laminae anguste lineares sensim acutatae ipso apice obtusiusculae, breves (inferiores 6—8 cm, summa pauca millimetra longae), plerumque complicatae subjunceae (diam. 0,8—1 mm), rigidae, saepius curvulae, extus glaberrimae, supra pilis tenuibus longiusculis adspersae, crassinerves. Panicula ovato-oblonga circ. 10 cm lg., 3 cm lt. patula laxiuscula rhachi glaberrima, ramis inferioribus 5—6^{nis}, superioribus 2—3^{nis}, omnibus tenuiter filiformibus laevibus in $^1/_3$ inferiore indivisis, dein ramulos secundarios breves patulos 1—3-spiculatos edentibus, spiculis a se invicem subremotis, subterminalibus ramorum pedicello suo circ. duplo longioribus. Spiculae lanceolatae 2 mm lg. griseo-virides glaberrimae. Gluma I. spicula triplo brevior, ovali-oblonga truncato-rotundata, enervis; II. spiculam aequans, elliptico-lanceolata, breviter acuminata, 1-nervis; III. II^{am} aequans eique simillima, palea glumam subaequans, late ovali-oblonga truncata 2-nervis. Antherae 3, 1,5 mm longae.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Amboland): Uukuanyama, Alma Kestila, 18. II. 1903.

Eine nicht besonders auffallende Art, im Bau der Rispe und der Ährchen dem *Sp. ioclados* Nees verwandt (doch hat dieser die II. und III. Spelze kaum spitzlich oder selbst etwas stumpf), aber gänzlich verschieden durch die Art der Innovation: *Sp. ioclados* hat einen kräftigen, schief aufsteigenden Wurzelstock, der 2 auf der Oberseite einander genäherte Reihen dicht gedrängter intravaginaler Innovationen trägt, deren breite, nicht schuppenförmige unterste (äusserste) bräunlich glänzende harte Scheiden an den aufeinander folgenden Innovationen übergreifen. *Sp. inconspicuus* hat hingegen ein kurzes Rhizom und spärliche, sehr kurze, extravaginale Innovationen, deren Scheiden voneinander getrennt bleiben. Die Blattspreiten des *Sp. ioclados* sind (namentlich am obersten Blatte) länger, mehr flach und endigen in eine sehr feine Spitze.

Tricholaena arenaria Nees Cat. Sem. Hort. Vratisl. (1835) et in Linnaea XI, Lit. Ber. 130 var. **semiglabra** Hackel nov. var., differt a typo gluma I nulla, II. glabra. A. T. glabra Stapf differt gl. III pubescente.

ANGOLA: Penedo, John Gossweiler 1560, bl. 3. V. 1904.

Liliaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Iphigenia Dinteri Dammer in Engl. Bot. Jahrb. XLVIII (1912), 361; Schinz in Vierteljahrsschrift zürch. naturf. Ges. LVI (1911), 93 (nomen).

Ich finde unter den Schlechterschen südafrikanischen Pflanzen (It. prim.) von Brug-Spruit (Transvaal-Kolonie) eine Iphigenia, auf die die Beschreibung der *I. strumosa* Baker in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VII, 3 (1898), 562 ausgezeichnet passt, mit Ausnahme der Angabe „*Styles minute*“ und die sich allem Anschein nach auch deckt mit *I. Junodii* Schinz in Mémoires de l'Herbier Boissier Nr. 10 (1900), 28. Aber auch *I. Dinteri* Dammer entspricht der *Iphigenia* von Brug-Spruit und desgleichen die von Engler in dessen Jahrbuch XXXII (1902), 89 beschriebene *I. Schlechteri* von Lourenco Marques (Schlechter It. sec., 11525). Dammer bezeichnet allerdings die Perigonblätter der von ihm untersuchten Dinterschen Exemplare (er zitiert die Nummern 395 und 1556) als „subrotundat“ und schreibt ihnen eine Länge von 1 1/2 mm bei einer nicht viel geringern Breite zu; Engler nennt die Perigonblätter von *I. Schlechteri* „schmal lanzettlich, nach dem Grunde zu stark verschmälert“, und zwar

sollen sie 4 mm lang und 1 mm breit sein. Ich habe nun meinerseits Dinter 395 nachgeprüft und konstatiert, dass einmal die Perigonblätter je nach dem Stadium der Anthese leichte Unterschiede in Länge und Breite zeigen, dass sie nicht „fast kreisrund", sondern oval, 3 mm lang und 1 3/4 bis 2 mm breit sind. Sie sind, wenn die Blüte nahezu verblüht ist, nach unten geschlagen (getrocknet) und schlagen ihre Längsränder nach innen, namentlich stark gegen die Basis zu, das erweckt bei Loupenbetrachtung den Anschein, als wären sie unterwärts auffallend zusammengezogen und als wären sie überhaupt schmal lanzettlich. All dies zusammengehalten, komme ich zur Überzeugung, dass *I. strumosa* Baker = *I. Junodii* Schinz = *I. Schlechteri* Engl. = *I. Dinteri* Dammer ist, und es ist dementsprechend in meiner Aufzählung der Pflanzen aus Deutsch-Südwestafrika (Vierteljahrsschr. zürch. naturf. Ges. LVI [1911], 93) an Stelle von *I. Dinteri* Dammer zu setzen: **I. strumosa** Baker. Das Vorkommen der Gattung in Südafrika (Baker macht l. c. speziell auf das Fehlen derselben aufmerksam) hat nichts Auffallendes mehr, seitdem wir eine Art aus Gross-Namaland, zwei aus dem Hereroland und eine dritte und vierte vom Ngami-See kennen.

Dipcadi undulatifolium Schinz nov. spec.

Bulbus ovato-globosus; foliis omnibus (3) basilaribus et scapum parce vaginantibus, lineari-lanceolatis, margine undulatis, longe ciliatis, scapo stricte erecto racemum pauciflorum laxissimum gerente; bracteis cuspidatis; tepalis 3 exterioribus ab internis diversis linearibus, patentibus, tepalis 3 interioribus erectis, oblongis.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Amboland): Ondonga, Alma Kestila 4, bl. 23. XII. 1903.

Zwiebel kirschengross. Laubblätter schmal lanzettlich, zugespitzt, ± 50 mm lang und ± 3 mm breit, kraus, am Rande mit langen weissen Bandhaaren. Der Schaft erreicht eine Länge von ± 15 cm und ist mindestens im untern Drittel mit zerstreuten Bandhaaren besetzt, im übrigen verhältnismässig wenigblütig. Die zugespitzten Tragblätter sind um ein Geringes länger als die 6 mm langen Blütenstiele. Die äussern Perigonblätter sind 13 mm lang und 1 mm breit, die innern zirka 11 1/2 mm lang und 2 mm breit. Der freie Teil der äussern Perigonblätter ist 8 mm, der der innern 5 mm lang. Die intrors sich öffnenden Staubbeutel messen 4 mm; der Griffel hat eine Länge von 2 mm. *Dipcadi ciliare* (Eckl. et Zeyher) Baker (in Journ. Linn. Soc. XI [1871], 398 et in Thiselton-Dyer Fl. Cap. VI, 447) hat nicht bloss wellig krause, sondern spiralig gedrehte Laubblätter (cf. t. 170 in Harv. Thes. Cap. II).

Scilla ondongensis Schinz nov. spec.

Planta bulbo mediocri instructa; foliis 5 basilaribus lineari-lanceolatis, acutis, glabris; scapo sub anthesi brevi racemum longit. vix adaequante; racemo paucifloro, bracteis parvis; tepalis obtusis.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Amboland): Ondonga, Alma Kestila 36a, bl. 20. XII. 1903.

Die linealisch lanzettlichen Laubblätter sind ± 13 cm lang und ± 5 mm breit. Die Blütenstiele haben eine durchschnittliche Länge von 4 1/2 mm und überragen etwas die Tragblätter. Perigonblätter 3 1/2 mm lang und 1 mm breit, abgerundet, längs der Mittellinie im frischen Zustande amethystblau gleich den etwas über dem Grunde den Perigonblättern eingefügten, 2 mm langen Staubfäden. Der Griffel ist 2 bis 2 1/2 mm lang. Der Schaft ist ungefähr 9 cm lang.

Scilla Kestilana Schinz nov. spec.

Foliis 6 basilaribus lanceolatis, acutis glabris; scapo erecto racemum florum laxissimum gerente: bracteis caduceis, lineari-lanceolatis; tepalis obtusis.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Amboland): Ondonga, Alma Kestila 36b, bl. 6. I. 1904.

Die lanzettlichen Laubblätter sind 18 cm lang und ± 15 cm breit, werden daher vom Schaft kaum überragt. Tragblätter zugespitzt, kürzer als die ± 7 mm langen Blütenstiele. Perigonblätter ± 4 1/2 mm lang; Staubfäden über dem Grunde inseriert, ± 2 1/2 mm lang, rotblau. Griffel 2 1/2 bis 3 mm.

Amarantaceae.[1])

Hans Schinz (Zürich) und **Albert Thellung** (Zürich) [**Amarantus**].

Amarantus Schinzianus Thellung spec. nov.

Annuus, subglaberrimus; foliis oblongo-lanceolatis, subtus albonervosis; glomerulis florum omnibus axillaribus densis in spicam

[1]) Mein verehrter Freund Dr. W. Heering (Hamburg) hat die Freundlichkeit gehabt, mich darauf aufmerksam zu machen, dass Borzi bereits im Jahre 1883 (A. Borzi, Studi Algologici, Fasc. I, pag. 87) eine heute zur Familie der Endosphaeraceen gehörende Alge *Kentrosphaera* benannt und beschrieben hat. Da, wie mir die Herren Kollegen Wille, de Toni und Heering bestätigen, die Algengattung *Kentrosphaera* heute noch mit ihren beiden Arten *Fasciolaae* und *minor* zu Rechte besteht, muss die Amarantaceen-Gattung *Kentrosphaera* Volkens in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam., Nachträge (1897), 153 und Schinz in Vierteljahrsschr. zürch. naturf. Ges. LVI (1911), 253 umgetauft werden und ich schlage dafür die Bezeichnung **Volkensinia** vor. *Kentrosphaera prostrata* Volkens (= *Marcellia prostrata* [Volkens] C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI [1909], 51) würde demgemäss **Volkensinia prostrata** (Volkens) Schinz zu benennen sein.

foliosam approximatis; florum masculorum tepalis 4—5 oblongis vel anguste obovatis, membranaceis, staminibus 3—4; florum femineorum tepalis 4—5 bractea inconspicua subtriplo longioribus, late spathulatis rotundato-obtusis muticis, membranaceis; fructu late obovato-subturbinato, lateraliter subcompresso, superne valde rugoso, tandem ± regulariter operculatim dehiscente; semine nigro laevissimo nitido.

Caulis a basi ramosus, cortice albido tectus, siccus leviter striato-sulcatus, subglaberrimus, internodiis valde abbreviatis, ± 15—30 cm longus. Folia valde approximata, oblongo-lanceolata, cum petiolo plerumque 10—15 mm longa, 2—3 mm lata, apice obtusa et nervo excurrente breviter apiculata, basi longe cuneato-attenuata, utrinque nervis 2—4 arcuatis subtus albidis et valde prominentibus instructa, glaberrima. Florum glomeruli omnes axillares, numerosissimi, valde approximati. Tepala florum ♀ ± 1 mm longa, 2/3 mm lata, interdum etiam minora. Fructus paullo ultra 1 mm longus, fere 1 1/3 mm latus, valde plicato-rugosus, perigonium vix superans; semen 3/4—1 mm diam.

KAPKOLONIE: Kaup, Flakkvaal, A. Rehmann Nr. 2983, a. 1875—80 (Hb. Univ. Zürich).

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Gross-Namaland): Fleck Nr. 171a (April 1889, Hb. Univ. Zürich).

A. Schinzianus scheint zu keiner der übrigen afrikanischen Arten in direkter verwandtschaftlicher Beziehung zu stehen. Von den im Habitus ähnlichen *A. Blitum* L. (*A. silvester* Desf., *A. viridis* auct. nonnull. non L., *A. graecizans* auct. Eur. et Afr. non L.) und *A. polygamus* L. unterscheidet er sich durch die Zahl und die Form der ♀ Tepalen, von *A. Thunbergii* Moq. und dem ihm nahestehenden *A. Dinteri* Schinz[1]) auch durch die sehr kurzen Vorblätter, von *A. ascendens* Loisel. (*A. viridis* L. ex p., *Euxolus viridis* Moq., *A. Blitum* auct. non L., *Albersia Blitum* Kunth) durch Zahl und Form der ♀ Tepalen und durch die das Perigon nur wenig überragende, zuletzt ± regelmässig aufspringende Frucht. Habituell recht ähnlich durch den Blütenstand, sowie durch die Form, Zahl und Textur der Perigonblätter, ist *A. Schinzianus* dem argentinischen *A. crispus* (Lesp. et Thév.) Terracc., der sich jedoch von unserer Pflanze durch die Behaarung des Stengels und der Laubblätter, durch breitere (rhombisch-eiförmige), am Rande stark krause Laubblätter, schlanker

[1]) Ausser dieser von Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. Trop. Afr VI/1 (1909), 35 irrig zu *A.* „*Blitum* L.“ gezogenen, auch in Südafrika vorkommenden Spezies ist den von Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1 (1910), 408—411 aufgeführten kapensischen *Amarantus*-Arten noch beizufügen *A. deflexus* L., von Rehmann 1875—80 (Nr. 2009 in Herb. Univ. Zürich) bei Kapstadt gesammelt.

benagelte und deutlich stachelspitzig-begrannte ♀ Tepalen und mehr verlängerte (eiförmige), nicht aufspringende Frucht unterscheidet.

Celosia pseudovirgata Schinz spec. nov.

Herbacea, glabra; foliis ovatis, basi attenuatis, acutis vel acuminatis, petiolatis, membranaceis; inflorescentia paniculata; tepalis lanceolatis, acutis; utriculo ovoideo; stigmatibus 3.

WEST-AFRIKA: Mfongu (Kamerun), Mutialhang, im lichten Gebirgswald, Ledermann 5886, bl. u. fr. 31. X. 1909.

Eine bis zu 1 m hohe, krautartige Pflanze mit schlanken, kahlen Zweigen und 1 bis 2 cm lang gestielten, papierdünnen, im frischen Zustand grasgrünen, eiförmigen, gegen den Grund in den Blattstiel, zusammengezogenen, spitzen bis zugespitzten, 7 bis 10 cm langen und 4 bis 5 cm breiten, kahlen Laubblättern. Der rispige, aus kurzen Verzweigungen und genäherten Blüten bestehende Blütenstand erinnert, abgesehen davon, dass bei unserer Pflanze die Blüten kleiner sind, auffallend an jenen der amerikanischen *C. virgata* Jacq. Die Tragblätter sind lanzettlich, zugespitzt, kahl, ± 4 mm lang; die Vorblätter sind unterwärts bootförmig, nicht so lang zugespitzt wie die Tragblätter. In der Achsel des einen Vorblattes findet sich jeweilen eine normale Blütenknospe. Die Tepalen der ungestielten Blüten sind kahl, lanzettlich, spitz, ± 4 mm lang, die Staubfadenröhre ist ± 1 mm lang, der freie Teil der durch seichte Buchten voneinander getrennten Staubfäden misst ± 1 mm. Der von drei Narben überragte Griffel ist ± 1 mm lang. Der kahle Fruchtknoten ist ± eiförmig und birgt durchschnittlich vier glänzend schwarze, feingrubig skulptierte Samen.

Die Pflanze erinnert etwas an *C. staticodes* Hiern Cat. Welw. Afr. Pl. (1900), 886, doch sind bei dieser Art die Blüten vereinzelter, weniger dicht geknäuelt; die Laubblätter sind am Grunde nicht zusammengezogen und endlich werden für *C. staticodes* nur zwei Narben und 2- (bis 4-) samige (Samen matt) Fruchtknoten angegeben.

Hermbstaedtia caffra (Meisn.) Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 246.

Wie ich bereits in meiner Bearbeitung afrikanischer *Amarantaceen* in der Vierteljahrsschr. zürch. naturforsch. Ges. LVI (1911), 231, ausgeführt habe, finde ich an den in unserm Herbarium liegenden Exemplaren aus Natal, gesammelt von Krauss und ausgeteilt unter der Nummer 37, sowohl zwei- wie dreinarbige Blüten, entgegen den Angaben in Thiselton-Dyer's Fl. trop. Afr. und Fl. Cap., wo das Merkmal „Narben 2“ sogar als Unterscheidungsmerkmal in die Schlüssel aufgenommen ist. Ich habe nun anlässlich meines diesjährigen Aufenthaltes in Kew und im Britischen Museum (Natural

History) Anlass genommen, die Belegstücke, die den englischen Angaben zugrunde lagen, nachzuuntersuchen, und gleich in der ersten Blüte fand ich wiederum drei wohlausgebildete Narben! Meine Skepsis gegenüber der Bearbeitung mindestens der Gattung *Hermbstaedtia* in der Fl. trop. Afr. wie in der Fl. Cap., die ich bereits am oben erwähnten Orte zum Ausdruck gebracht habe, dürfte daher nicht so ganz unangebracht sein.

Ich bedaure nur, vorläufig nichts Besseres bieten zu können, hiezu fehlt es mir hier in Zürich am unumgänglich notwendigen Vergleichsmaterial und namentlich an den Belegen.

Cyphocarpa Fenzl em. Lopriore

in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 42; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 413; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 52. — *Sericocoma* Fenzl Sect. *Kyphocarpa* Fenzl in Linnaea XVII (1843), 324. — *Sericocoma* Fenzl Subgen. *Eurotia* E. Mey. ap. Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia (1893), 107.

Partialblütenstände zwischen langen, braunen oder weissen Seidenhaaren, aus 1 bis 4 zwitterigen und 1 bis 2 zu steifen oder biegsamen Dornspitzen umgewandelten sterilen Blütenanlagen bestehend. Perianthblätter länglich oder länglich lanzettlich, die äussern mitunter etwas länger als die innern. Staubfäden linealisch, am Grunde zu einer Röhre verbunden, Pseudostamonodien kurz, mitunter kurz zweilappig, zuweilen gefranst. Fruchtknoten behaart oder kahl, mit seitlichem (durch die vorstehende Wurzelspitze des gekrümmten Keimlings bedingtem) Hornfortsatz. Griffel fadenförmig, mit kopfiger Narbe.

Meist aufrechte, seltener niederliegende krautige Pflanzen. Laubblätter gegenständig. Blütenstand ährig, mitunter verlängert, dichtblütig

1. Sterile Blütenanlagen biegsam **C. trichinioides.**
1.* „ „ stechend
 2. Laubblätter breit lanzettlich oder breitelliptisch bis eiförmig, gestielt; Fruchtknoten kahl. **C. orthacantha.**
 2.* Laubblätter schmal lanzettlich bis linealisch, ungestielt, stielartig zusammengezogen; Fruchtknoten behaart.
  3. Fruchtstand locker und verhältnismässig wenigfrüchtig. **C. cruciata.**
  3.* Blüten- und Fruchtstand dicht.
   4. Tepalen lanzettlich. **C. Zeyheri.**
   4.* Die innern Tepalen in halber Höhe mit seichter Ausrandung und daher ± geigenförmig. **C. resedoides.**

C. cruciata Schinz — *Centema cruciata* Schinz in Engl. Bot. Jahrb. XXI (1895), 184; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 419.

Krautartig, einjährig (?), vom Grunde an verzweigt, mit zum Teil bogig aufsteigenden, gerieften, ± rauhen Zweigen und linealisch lanzettlichen, spitzen, in eine Grannenspitze auslaufenden, bis 50 mm langen und ± 3 mm breiten, rauhen Laubblättern. Blütenstände gedrungen, dichtblütig. Sterile Blüten zu starren, gegabelten Dornspitzen reduziert, die zuerst gerade vorgestreckt, später kreuzweise übereinander gelegt sind. Zur Zeit der Fruchtreife ist der Grund der Partialblütenstände nebst der Basis der Dornspitzen auffallend verdickt und verholzt. Äussere Tepalen eiförmig länglich, innere oblong, ± 5 mm lang, oberwärts spitz zusammenschliessend. Staminaltubus verhältnismässig hoch; Pseudostaminodien aus kurzen zungenförmigen Läppchen bestehend.

TRANSVAAKOLONIE: Boshveld, zwischen Elandsriver und Klippan, Rehmann 5100, 5096 pr. p.; an sandigen Stellen bei Vaalboshfontein, Schlechter 4227; Warmbath, Leendertz 2073.

C. orthacantha (Hochst.) C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 55. — *Pupalia orthacantha* Hochst. ex Ascherson in Schweinf. Beitr. Fl. Aeth. (1867), 181. — *Cyathula orthacantha* Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia (1893), 108.

Kniehoch, aufrecht, verzweigt; Zweige gestreift und rillig, lang behaart, verkahlend. Laubblätter bis 1 cm lang gestielt, ober- und unterseits zerstreut lang behaart, jüngere mit dichterer Behaarung, schmal- bis breitelliptisch, verkehrteiförmig breit lanzettlich bis verkehrteiförmig, beiderends spitz oder oberwärts abgerundet oder zugespitzt, ± 6 cm lang und ± 3 cm breit, seltener ± 3 cm lang und ± 7 mm breit. Blüten zu knäueligen, kugeligen Partialblütenständen angeordnet an ± 6 cm langer Spindel, eingehüllt in weisser Seidenwolle, mit der Zeit unterwärts knochenhart werdend. Sterile Blüten zu verzweigten, sparrigen Dornbüscheln umgewandelt. Tepalen ± 5 mm lang, spitz, aussen namentlich gegen die Spitze zu behaart. Trag- wie Vorblätter mit kräftiger Granne. Pseudostaminodien rechteckig, gefranst. Staubfäden unterwärts schmal bandförmig. Fruchtknoten kahl.

ABESSINIEN: Jaja, Schimper 2153; Schimper 332, 1160.

OSTAFRIKA: Fischer 53; Makindu, Kässner 544; Uguenogebirge, Volkens 531; Marenya-makali (Ugogo), Buse 164; Harar, Ellenbeck 902, 981, 991; östliche Massaisteppe, Jaeger 93; Uhlig (Standort ?) 432; Ussiha, Stuhlmann 4209; Massaisteppe, Stuhlmann 4288; Turu,

Stuhlmann 4239; Tubugue (Usagara), Stuhlmann 223; Sukkulentensteppe zwischen Makanja und Same, Winkler 3784.

SÜDOSTAFRIKA: Boroma am Sambesi, Menyharth 827.

Ich schliesse mich Baker und Clarke an und belasse diese Pflanze bei *Cyphocarpa*, obschon man versucht sein könnte — vielleicht mit ebenso viel Recht, die Art zum Range einer besondern Gattung zu erhöhen. Das seitliche Fruchtknotenhorn spricht für *Cyphocarpa*, gegen diese Vereinigung sprechen die gefransten Pseudostaminodien und der kahle Fruchtknoten.

C. Zeyheri (Moq.) Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 45. — *Trichinium Zeyheri* Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 269. — *Sericocoma Zeyheri* (Moq.) Engl. Bot. Jahrb. X (1889), 6. — *Cyphocarpa angustifolia* (Moq.) Lopr.[1]) in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 42; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 415; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 53. — *Cyathula angustifolia* Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 328. — *Sericocoma angustifolia* Hook. in Benth. et Hook. Gen. Pl. III/1 (1880), 30. — *Sericocoma Chrysurus* Meissn. var. *angustifolia* Moq. ex Hook. l. c. non Meissn.

Aufrechte, holzige, mehrjährige, ± 70 cm hohe Staude mit linealischen, kahlen, 45 mm langen Laubblättern. Blütenstand endständig, reichlich behaart. Tragblätter gekielt, Kiele in eine stechende Granne auslaufend. Sterile Blüten in starre Dornen umgewandelt,

[1]) Bezüglich *Cyphocarpa Zeyheri* sehe ich mich zum Teil in eine ähnliche Lage versetzt wie hinsichtlich *Hermbstaedtia:* da mir die massgebenden Belege hier in Zürich nicht zugänglich sind, muss ich die Entwirrung bestimmter Fragen auf einen spätern Zeitpunkt verschieben. Das gilt z. B. in Betreff *Cyphocarpa Zeyheri* (Moq.) Lopr. und *C. angustifolia* (Hooker) Lopr. Ich habe diese beiden Arten in dieser Übersicht vorläufig vereinigt und der Bezeichnung *C. Zeyheri* den Vorzug gegeben, da mir auf Grund des Literaturstudiums, und ich bin wie gesagt in diesem Falle vorläufig auf dieses angewiesen, kein ins Gewicht fallender, unbestrittener Unterschied, der die Trennung rechtfertigen würde, aufgestossen ist. Ob nun aber die in der Fl. Cap. V/1, 418 unter *Sericocoma avolans* Fenzl (= *Sericocoma Zeyheri* Engler = *Trichinium Zeyheri* Moq. = *Cyphocarpa Zeyheri* Lopr. [nach Cooke and Wright in der Fl. Cap.]) zitierten Belege wirklich zu *Cyphocarpa Zeyheri* (Moq.) Lopr. im obigen Sinne gehören, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Es sind dies folgende Belege:

KAPKOLONIE: KALACHARIGERION: Unweit Griquatown, Burchell 1945, Holub; Asbestos Mountains, Burchell 2065; St. Clair, Douglas, Orpen 241.

TRANSVAALKOLONIE: Daspoort, nahe Pretoria, Leendertz 156; Vaalriver, Burke 333; Zeyher 1437; Warmbath, Leendertz 1599.

SÜDOSTAFRIKA: Am untern Sambesi zwischen Lupata und Tete, Kirk; Sena, Kirk; Maitengue Valley (Rhodesia), Holub; Bulawayo (Rhodesia), Gardner 87.

ANGOLA: Lopollo, im Dickicht, Welwitsch 6489.

welche bei zurückgebliebener Entwicklung bis zu einem Bündel Fäden reduziert sein können. Tepalen lederartig, + 5 mm lang.

C. Zeyheri var. **typica** Schinz, Laubblätter gerade, nicht- oder nur vereinzelte etwas gekrümmt, linealisch lanzettlich; Stengel tief gerillt.

KAPKOLONIE: Kimberley, Marloth 785.

TRANSVAALKOLONIE: Boshveld inter Kameelpoort et Elands rivier, Rehmann 4807; Komati Poort, Schlechter 11819.

NATALKOLONIE: near Mooiriver, Wood 4314.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Gross-Namaland): Rehoboth, Fleck 9.

(Hereroland): Okahandya, Dinter; Windhoek, Bohr 17, 20; Gobabis, Kupper 48; ohne nähere Standortsangabe, Passarge; Buschsteppe Granitgrus, Otjihua, Dinter II 463.

(Amboland): Olukonda, Schinz 10; Ondonga (vermutlich von Olukonda), Rautanen 628; Namakunde, Rautanen 648; Omupanda, Wulfhorst.

— — var. **Wilmsii** (Lopr.) Schinz — *C. Wilmsii* Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 42; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 416.

Laubblätter schlaff, sichelförmig gekrümmt, Blütenstand verglichen mit jenem von var. *typica* eher etwas verkürzt.

TRANSVAALKOLONIE: District Lydenburg, zwischen Middelburg und dem Krokodilfluss, Wilms 1259; Komati Poort, Schlechter 11819; Elandspruitbergen, Schlechter 3995; Mossambik, Boaue, Braga 6.

— — var. **Petersii** (Lopr.) Schinz — *C. Petersii* Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 43; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 53.

Laubblätter nicht schlaff, kaum gekrümmt, Stengel verhältnismässig wenig tief gerillt, Laubblätter linealisch bis linealisch-lanzettlich, sehr schlank.

SÜDOSTAFRIKA: Auf Wiesen gegenüber Tette, Peters 8; Lupata-Tette (Livingstons S. Afr. Exped.), Kirk; Boroma, auf Bergwiesen, Menyharth 520; Delagoa-Bay, Junod 450.

Nach Lopriore (l. c.) soll der Blütenstand von *C. Wilmsii* am Grunde von zwei doppelt so langen Hochblättern gestützt sein, die dagegen bei *Petersii* fehlen, und ferner sollen sowohl bei *Petersii* wie bei *Wilmsii* die Blütenstände selbst gegenüber der typischen *C. Zeyheri* verkürzt kegelförmig sein. Nun sind mir indessen typische *Zeyheri* zu Gesichte gekommen, die tatsächlich solche Hoch-

blätter besassen, und auch den Unterschied in der Länge der Ähren finde ich nicht gleichmässig mit weitern von Lopriore hervorgehobenen Unterschieden kombiniert. Aus diesen Gründen betrachte ich die beiden Lopriore'schen Arten als blosse Spielarten der typischen *C. Zeyheri.*

Cyphocarpa Zeyheri, in der Oshindonga-Sprache (Bantu-Dialekt der Aandonga in Amboland) *Okanyuenyue* genannt, dient in Ondonga zum Beräuchern der Brustkranken, indem die Fruchtstände in einer Scherbe verbrannt werden; der Kranke hat dann den Rauch zu verschlucken.

C. trichinioides (Fenzl) Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 42/45. Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 414. — *Serico-(Kyphocarpa) trichinioides* Fenzl in Linnaea XVII (1843), 324; Moq. in DC. Prodr. XIII/2, 306. — *Sericocoma Chrysurus* Meissn. in Hook. Lond. Journ. II (1843), 547; Moq. in DC. Prodr. XIII/2, 307; Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII, 47. – *Trichinium Chrysurus* Meissn. ex Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 307;

Kahle ♃, nicht- oder nur schwach verzweigte, aufrechte Staude. Laubblätter lanzettlich, verkehrt-lanzettlich bis elliptisch, oder schmal spatelförmig, spitz bis bespitzt, ± 70 mm lang und ± 7 mm breit, ± 8 mm lang gestielt; der Blattstiel kaum von der Spreite abgesetzt. Blütenstand 4 bis 10 cm lang, meist einfach, seltener verzweigt, Wolle braungelb. Vorblätter der sterilen Blüten ± dornig, aber nicht starr.

TRANSVAALKOLONIE: Boshveld, zwischen dem Elandsriver und Klippan, Rehmann 5096 pr. p.

NATALKOLONIE: Unweit Durban, Krauss 294, Wood 1034; Clairmont, Wood 7265; Inanda, Wood 1034; Grönberg, Wood 57; Port Natal an der Küste, Drège 4680, Gueinzius 519.

C. resedoides Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 44; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 415.

Mehrjährige (?), krautige, am Grunde verholzende, aufrechte, kahle Pflanze mit schmal lanzettlich linealischen, 30—50 mm langen und bis 3 mm breiten, mit einer Weichstachelspitze versehenen Laubblättern. Blütenstand bis 45 mm lang, dichtblütig. Tepalen bis 5 mm lang, papierartig, fast hyalin, die beiden äussern etwas mächtiger und etwas derber, die drei innern in halber Höhe mit seichter Ausrandung und daher fast geigenförmig. Pseudostaminodien kurz, breit, oben abgestutzt.

TRANSVAALKOLONIE: District Leydenburg am Fluss Waterval River, Wilms 1260.

Synonymik.

Cyphocarpa angustifolia (Moq.) Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 42 — ? **Cyphocarpa Zeyheri** (Moq.) Lopr.

Cyphocarpa Hildebrandtii C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 54 — **Sericocomopsis Hildebrandtii** Schinz.

Cyphocarpa pallida C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 54 = **Sericocomopsis pallida** Schinz.

Cyphocarpa quadrangula C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 54 = **Nelsia quadrangula** Schinz.

Cyphocarpa Welwitschii C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 53 = **Nelsia quadrangula** Schinz.

Centemopsis Schinz

in Vierteljahrsschr. zürch. Naturf. Ges. LVI (1911), 242.

Centemopsis Clausii Schinz nov. spec.

Caule striato, gracili; foliis lineari-lanceolatis vel elliptico-lanceolatis, basi et apice acutis; inflorecentia cylindrica e glomerulis bifloris composita, densiflora; bracteolis sub apice mucronatis, ovario sparse piloso.

OSTAFRIKA: Amani (ohne Sammlername) 2389, Amani, Inaga, häufig am Weg (leg. ?), Kilimatinde, Claus 8.

Aufrechte, wenig verzweigte, krautige Pflanze mit kahlem, kantigem und gerieftem Stengel und linealisch lanzettlichen bis elliptisch lanzettlichen, kahlen, dünnhäutigen, beiderends allmählich spitz zulaufenden, spitzen bis zugespitzten, am Grunde blattstielartig zusammengezogenen, ± 3 ½ bis 8 cm langen und 2 bis 10 mm breiten Laubblättern. Der endständige Blütenstand ist gedrungen ährig, dichtblütig, bis 4 cm lang und bis 10 cm lang gestielt. Tragblätter eiförmig lanzettlich, kurz bewimpert, spitz, ± 2 mm lang, nach Verlust der ihrer Achsel entspringenden zwei- bis dreiblütigen Partialblütenstände abwärts geschlagen, Vorblätter breiteiförmig, kahl, stumpf mit kurzer rückenständiger Spitze. Tepalen lanzettlich, spitz, rigid, am Grunde etwas verdickt und später verhärtend, dicht zusammenschliessend, ± 4 mm lang. Pseudostaminodien verkehrteiförmig, gezähnt. Staubfäden ± 1¾ mm, Griffel ± 2¾ mm lang, Fruchtknoten mit einigen vereinzelten, kurzen Haaren.

Der Bau der Partialblütenstände wie der der einzelnen Blüten obiger Pflanze entsprechen durchaus der Gattung *Centemopsis* Schinz in Vierteljahrsschr. zürch. Naturf. Ges. LVI (1911), 14, die ich, abgesehen vom behaarten Fruchtknoten der fehlenden sterilen Blüten wegen von der Gattung *Centema* abgetrennt habe. Baker and Clarke

in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 56 schreiben allerdings den drei von ihnen *Centema* untergeordneten Arten, *Kirkii*, *biflora*, und *glomerata* sterile Blüten zu, ich kann aber meinerseits auch nicht eine Spur davon wahrnehmen, und auch Lopriore sagt in seiner Beschreibung der *C. polygonoides* (in Engl. Bot. Jahrb. XXVII [1899], 48), die Baker and Clarke zu *Centema biflora* stellen, nichts von sterilen Blüten. *Centema biflora* Schinz in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 56 entspricht übrigens nicht dem, was ich s. Z. (in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia [1893], 10 und in Engl. Bot. Jahrb. XXI [1895], 183) darunter verstanden habe, sondern umfasst unzweifelhaft zwei verschiedene Pflanzen, von denen die eine vielleicht der *Centemopsis Clausii* entspricht. Baker and Clarke sagen von ihrer *Centema biflora*: leaves up to 3 by 1/2 inch (usually much smaller), petioles in the larger leaves 1/2 inch long, in the small leaves hardly any, das entspricht nie und nimmer der typischen *C. biflora*. Der Holzschnitt in Gardeners Chron. (1909), 147, Fig. 61 entspricht durchaus dem Original von *C. biflora Schinz*, die Beschreibung allerdings ist einfach aus der Flora of trop. Afr. kopiert und deckt sich keineswegs mit der Abbildung.

Die zweiblütigen Partialblütenstände möchte ich vorderhand deuten als Partialblütenstände, deren eine Seitenblüte ausgefallen ist, und die vier Vorblätter zählen, zwei als Tragblätter der Seitenstrahlen erster Ordnung und zwei als Vorblätter der einen Blüte, eine Deutung, die sich allerdings nicht mit jener Lopriores deckt.

Centemopsis Kirkii (Hooker) Schinz kenne ich nur aus der Beschreibung, und ich kann daher nicht sagen, ob und inwiefern sie von meiner *C. Clausii* verschieden ist.

Nachdem ich Gelegenheit gehabt habe, in Kew eine Blüte von *Psilotrichum gracilentum* C. B. Clarke (in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI [1909], 59) untersuchen zu können, habe ich mich überzeugt, dass die Pflanze wirklich, wie ich bereits vermutet hatte, gar nicht zu *Psilotrichum*, sondern zur Gattung *Centomopsis* Schinz gehört. Die Laubblätter sind gegenständig, die Blüten stehen einzeln in der Achsel der Tragblätter, sterile Blütenanlagen fehlen, die Pseudostaminodien sind gefranst und der Fruchtknoten ist behaart. Die Pflanze erhält demnach die Bezeichnung *Centomopsis gracilenta* (Hiern) Schinz (= *Centema gracilenta* Hiern Cat. Welw. Pl. IV [1900], 890 = *Psilotrichum gracilentum* C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, [1909], 59). Noch bin ich aber nicht sicher, ob nicht etwa *C. gracilenta* und *C. rubra* (Lopr.) Schinz identisch sind; zur Feststellung fehlt es mir an gutem Vergleichsmaterial.

Calicorema Hooker

in Benth. et Hook. Gen. Pl. III/1 (1880), 42; Baill. Hist. des Pl. IX, 208; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 427.

Blüten zwitterig, einzeln in der Achsel von Tragblättern. Sterile Blütenanlagen 0. Tepalen ± lederig, am Grunde nicht verholzend, aussen seidig behaart. Pseudostaminodien vorhanden. Fruchtknoten kahl, mit ± langem Griffel und kopfförmiger Narbe.

Nur eine Art:

C. capitata (Moq.) Hook. in Benth. et Hook. Gen. Pl. III/1 (1880), 34; Schinz in Bull. Herb. Boiss. V, App. III, 66; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 427. — *Sericocoma capitata* Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 308; Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, 1 a, 107; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 42. — *Aerua* (*Arthraerua*) *Pechuelii* O. Kuntze in Jahrb. bot. Gart. Berl. III (1880), 34. — *Sericocoma shepperioides* Schinz in Bull. Herb. Boiss. sér. 2, I (1901), 872.

Ein sparriger, stark verzweigter Halbstrauch mit starren, aufstrebenden Ästen. Die im jugendlichen Zustande hellbraun filzigen, später flockig behaarten und zuletzt verkahlenden und dann graugrünen Zweige sind spitz und spärlich mit anfangs zerstreut flockig behaarten, gleichfalls verkahlenden, ungestielten, halbwalzlichen, fleischigen, bespitzten, 3 bis 10 mm langen und ± 1½ mm breiten, unansehnlichen, alternierenden Laubblättern besetzt, die frühzeitig abfallen und die Assimilationsaufgabe dem Zweigsystem überlassen. Die Behaarung der Zweige wie der Blätter setzt sich aus mehrzelligen, stufenförmig verzweigten, lufterfüllten Trichomen zusammen; mit zunehmender Entwicklung löst sich der obere, verzweigte Teil der Haare von der massiven Basalzelle ab, die allein erhalten bleibt und den Zweigen ein eigenartig getüpfeltes Aussehen verleiht. Mitunter ermangeln die Blätter und die ganz jungen Seitentriebe jeder Behaarung, vermutlich sind dies Triebe, die sich zur Zeit des Regenfalles oder doch feuchter Witterung entwickelt haben. Die end- und seitenständigen Blütenstände sind ganz kurz, ± kopfig und wenigblütig. Die ungestielten, gedrängten Blüten entspringen den Achseln häutiger, reich seidig behaarter, mit rigider Mittelrippe versehener Tragblätter, und zwar einzeln; sie sind zwitterig und werden von keinerlei sterilen Blütenanlagen begleitet. Die ± 4 mm langen Vorblätter sind gleich den Tragblättern und sehr hinfällig. Die fünf Tepalen sind ± lederig, ± lanzettlich, spitz, ± 9 mm lang und aussen reichlich mit gegliederten langen, straffen, weiss-gelben

Seidenhaaren bekleidet. Die Staubfäden sind zu einer ± 2 mm hohen, dünnhäutigen Röhre verwachsen, ihre ± 3 mm langen, freien Teile wechseln ab mit kurzen Läppchen (Pseudostaminodien), deren Saum gewöhnlich nach innen gerollt ist. Der verkehrteiförmige Fruchtknoten ist kahl und trägt einen ± 4 mm langen Griffel mit kopfiger Narbe.

KAPKOLONIE: Drège 2914 (ohne Standortsangabe); am Oranjefluss, Schlechter 11473; Naroep im Gross-Buschmannsland, Schlechter; am Oranjefluss bei Ramannsdrift, Schlechter.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Gross-Namaland): Inachab, Dinter 977; Rehoboth, Fleck 876; am ! Kuisib, Fleck 677. Nach Dinter im südl. Gross-Namaland verbreitet.

(Hereroland): Walfischbai, Stapff 1; Lüderitz 31, Een; ǂ Kan-Fluss, Dinter 1487; Atsab, sandige Fläche, Hartmann 166, 168; auf der Namib, Fleck 876, Pechuel-Loesche 1, 3.

Centema Hooker

in Benth. et Hook. Gen. Plant. III/1 (1880), 31 pr. p.; Baill. Hist. des Pl. IX, 204 pr. p.; Schinz in Engl. u. Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia, 107 pr. p.; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 55 pr. p.; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 418 pr. p.

Partialblütenstände aus 1 bis 2 (?) zwitterigen und 1 bis 3 sterilen zu ebenso vielen geraden, spreizenden Dornen reduzierten Blüten bestehend, ährig angeordnet. Perianth fünfteilig, am Grunde verdickt und verhärtend; Abschnitte lederig, eiförmig lanzettlich bis geigenförmig, zugespitzt, mehrnervig, wollig behaart. Staubfäden am Grunde etwas verbreitert, Pseudostaminodien fehlend. Fruchtknoten eiförmig, kahl, in den Griffel verjüngt.

Kräuter oder Stauden mit kahlem, gerieftem Stengel. Laubblätter gegenständig, linealisch länglich, ungestielt. Blütenstände verlängert ährig, mit bleibenden Tragblättern, end- und seitenständig.

1. Griffel an der Spitze zweilappig **C. angolensis.**

1.* Griffel an der Spitze kaum geteilt **C. subfusca.**

C. angolensis Hook. in Benth. et Hook. Gen. Plant. III/1 (1880), 31; Hiern in Cat. Afr. Pl. Welw. I, 889; Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII, 47 in obs.; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 55.

Aufrechte, kahle Staude mit elliptisch lanzettlichen, spitzen, am Grunde verschmälerten, ± 35 mm langen und ± 5 mm breiten Laubblättern. Tepalen ± 6 mm lang. Blüten in graugelber Wolle steckend.

ANGOLA: Loanda, Welwitsch 6538; Rattray: Gossweiler 221, 291.

C. angolensis Hook. soll nach Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI, 56 verkehrt eiförmige, gezähnte Pseudostaminodien haben. Bentham und Hooker sprechen (Gen. Plant. III, 31) der Pflanze diese ab und auch ich suche umsonst darnach, und zwar habe ich Gossweiler 291 (von Baker and Clarke am angegebenen Orte zitiert) sorgfältig hierauf untersucht.

C. subfusca (Moq.) Hook. in Benth. et Hook. Gen. Plant. III 1 (1880), 31; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 418. — *Pupalia subfusca* Moq. in DC. Prodr. XIII, 2 (1849), 332. — *Trichinium subfuscum* Moq. l. c. (1849), 332.

Gleich der erstgenannten Art eine Staude mit kahlen Zweigen. Laubblätter kurz gestielt, länglich oder spatelförmig, ± stumpf und von einer Weichstachelspitze überragt, oder (selten) spitzlich, ± 40 mm lang und ± 7 mm breit. Tragblätter und Blüten ± kupferfarbig, Tepalen ± 6 mm lang.

MOSAMBIK: Delagoa Bai, Forbes, Langley 5; Lourenco Marques, Quintas.

Synonymik.

Centema alternifolia Schinz in Bull. Herb. Boiss. IV (1896), 419 = **Neocentema alternifolia** Schinz.

Centema biflora Schinz in Engl. Bot. Jahrb. XXI (1895), 183 = **Centemopsis biflora** Schinz.

Centema cruciata Schinz in Engl. Bot. Jahrb. XXI (1895), 184 = **Cyphocarpa cruciata** Schinz.

Centema glomerata Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 49 = **Centemopsis glomerata** (Lopr.) Schinz.

Centema gracilenta Hiern Cat. Afr. Pl. Welw. IV (1900), 890 = **Centemopsis gracilenta** (Hiern) Schinz, ev. = *C. rubra* (Lopr.) Schinz.

Centema Kirkii Hook. in Benth. et Hook. Gen. Plant. III 1 (1880), 31 = **Centemopsis Kirkii** (Hook.) Schinz.

Centema polygonoides Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 45 = **Centemopsis biflora** Schinz.

Centema rubra Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 49 = **Centemopsis rubra** (Lopr.) Schinz.

Arthraerua Schinz

in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, 1a (1893), 109; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI 1, 71. — *Aerua* Sect. *Arthraerua* O. Kuntze in Jahrb. k. bot. Garten Berlin IV (1886), 272.

Blüten zwitterig, ohne sterile Blütenanlagen, einzeln in der Achsel der Tragblätter, mit Vorblättern, in ährigen Blütenständen. Perianth auch zur Fruchtreife am Grunde nicht verhärtend, lang seidig behaart. Pseudostaminodien abgestutzt. Narbe kopfig.

Gabelig verzweigter Strauch mit gegliederten Zweigen und gegenständigen, kleinen Laubblättern.

A. Leubnitziae (O. Kuntze) Schinz l. c. (1893), 110 fig. 63; Baker and Clarke l. c. 71; Schinz in Bull. Herb. Boissier V, App. III, 66. — *Aerua (Arthraerua) Leubnitziae* O. Kuntze in Jahrb. k. bot. Garten Berlin IV (1886), 272. — *Arthraerua desertorum* Engl. Bot. Jahrb. X (1889), 7.

Ein vorzugsweise (oder nur?) in der sonst ausserordentlich vegetationsarmen Namib des Hererolandes vorkommender, bis 3 m (?) hoher, sparriger Strauch mit artikulierten, dichotomisch verzweigten, bleistiftrunden, vielgerieften, fleischigen, kahlen, an den Artikulationsstellen zusammengezogenen Zweigen. Laubblätter eiförmig, in eine kurze, starre Stachelspitze zusammengezogen, mit breiter Basis aufsitzend, gegenständig, ± 2 mm lang. Blüten in dichtblütigen, endständigen, bis 2 cm langen Ähren, deren Achsen wollig behaart sind, einzeln in der Achsel eiförmig lanzettlicher, am Rande häutiger und hyaliner, gegen die Längslinie zu brauner Tragblätter. Vorblätter häutig, eiförmig und stark konkav, 2½ mm lang. Beide, Trag- wie Vorblätter, sind kahl. Die ± 4½ mm langen, schmal lanzettlichen, spitzen Tepalen sind scariös und aussen dicht mit Seidenhaaren bekleidet. Staubblätter bedeutend länger als die kurzen, abgestutzten Pseudostaminodien mit am Grunde kurz verbundenen Staubfäden und 1 mm langen Staubbeuteln. Fruchtknoten kahl, mit schlankem, 1¾ mm langem Griffel und deutlich abgesetzter, kopfiger Narbe.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Hereroland): Wüste, Pechuel-Loesche; Namib bei Walfischbai, Marloth 1178; zwischen Plum und Scheppmannsdorf, Stapff 2; Lüderitz 4 (ohne nähere Ortsbezeichnung); Modderfontein, Fleck 398; niedriger Busch an der Kante der Namib bei Ussab-Ausspannplatz, Gürich 153; Namib, in sehr vereinzelten Büschen, wo sonst jede Vegetation fehlt, Gürich 140; Station Richthofen, Kieswüste, Dinter 149; Tsoachaubmündung, Dinter 4, Fritsch 4; Wüste nördlich Tsoachaubmund, Range 38; Namib, hinter Walfischbai, Schultze 376; Otjimbingue (?), Fischer 132.

Der eingeäscherte Strauch dient zur Seifenbereitung. Das auffallend weit östliche Vorkommnis bei Otjimbingue bedarf meines Erachtens noch der Bestätigung.

Mechowia Schinz

in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia (1893), 110; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 36.

Blüten zwitterig, einzeln in den Achseln der Tragblätter, in eiförmigen oder kopfförmigen, ährigen Blütenständen. Perianthblätter starr. Pseudostaminodien zahnförmig, unscheinbar oder auch fehlend. Griffel lang, Narbe unansehnlich.

Halbstrauch mit wechselständigen Laubblättern und bis 4 mm langen Blüten.

M. grandiflora Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia (1893), 110 et in Engl. Bot. Jahrb. XXI, 186; Dur. et De Wild. in Comptes-rendus Soc. Bot. Belge XXXVI, 85; Gilg in Baum Kunene-Sambesi Exp. 231, 433, 469.

Halbstrauch mit krautigen und kantigen, tief gerieften, kraus behaarten, grünen (getrocknet) Zweigen und alternierenden, ungestielten, mitunter am Grunde stielartig verjüngten, kraus behaarten, schmal- bis eiförmig elliptischen bis spatelförmigen, abgerundeten und bespitzten bis spitzen oder zugespitzten, berandeten und am Rande rauhen, 25 bis 55 mm langen und 5 bis 27 mm breiten Laubblättern. Die bis 20 mm lang gestielten, meist dichtblütigen, am Grunde mitunter etwas unterbrochenen, ährigen, eiförmigen bis kopfigen Blütenstände beschliessen die Äste. Die einzeln in der Achsel der Tragblätter inserierten Blüten sind rötlich strohgelb bis auffallend ziegelrot bis (nach Baum) brennend- oder dunkelrot. Die am Rande häutigen Tragblätter sind spelzenartig, bootförmig, starr, bespitzt, ± 4 mm lang und pubeszierend. Die häutigen Vorblätter sind oblong, stumpf und mit einer rückenständigen kurzen Grannenspitze versehen; sie sind schwach pubeszierend, ± 5 mm lang und am Grunde quer verdickt. Die ± 7 mm langen, rigiden Tepalen sind oblong, starr, stumpf, am Rande häutig und ausgerandet, gleich der Trag- und Vorblätter pubeszierend. Die Staubfadenröhre ist ± 1 mm hoch und wird von den lanzettlichen Staubfäden um etwa 2½ bis 3 mm überragt; zwischen den Staubfäden findet sich je ein kleiner dreieckiger Zahn, der jedoch mitunter auch vermisst wird. Der obovoide Fruchtknoten ist wollig behaart und trägt einen ± 4 mm langen, spärlich behaarten Griffel mit kaum abgesetzter Narbe.

WESTAFRIKA: Mpweto im Kongofreistaat, Descamps, am Longa zwischen Chijia und dem Lazingua, 1200 m, häufig am Sumpf- und Waldrand Baum 634; Maramba zwischen Kuelleis und Nambali, 1300 m, Baum 242; Kimbundo, Pogge 223; Malange, Gossweiler 1431, Mechow 235; Mount Elende in Benguella, Wellmann 1164.

Psilotrichum Blume

Bjidr. (1825), 544; Moq. in DC. Prodr. XIII/2, 279; Benth. et Hook. Gen. Pl. III, 32; Baill. Hist. des Pl. IX, 205; Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia, 110; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 57; Cooke and Wright in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V/1, 424. — *Psilostachys* Hochst. in Flora (1844), Beilage 6, t. 4; Baill. l. c., 205; Benth. et Hook. l. c., 32. — *Leiospermum* Wall. Cat. (1831), 6923. — *Poechia* Endl. Gen. Pl. Suppl. IV (1847), 43.

Blüten einzeln und zwitterig in der Achsel von Tragblättern. Tepalen 5, nach der Anthese ± verhärtend, oblong, stumpf oder spitz, rigid, ± bootförmig mit hervortretenden Nerven, äussere etwas länger, innere zarter, häufig behaart. Staubfäden ± pfriemlich oder fädlich linealisch; ohne Pseudostaminodien. Fruchtknoten vom Perianth eingeschlossen, membranös, kahl, mit kurzem, schlankem Griffel und unscheinbarer, kopfiger Narbe.

Kräuter oder Halbsträucher, kahl oder behaart, di- oder trichotomisch verzweigt, mit gegenständigen, ± eiförmigen oder ± lanzettlichen Laubblättern. Blütenstände kopfig oder ährig, end- oder seitenständig, mitunter rispig verzweigt.

1. Blüten in lockern, verzweigten Aehren, Infloreszenzaxen haardünn.
   2. Hauptinfloreszenzast in eine nahezu blattlose Rispe ausgehend. **P. gnaphalobryum.**
   2.* Hauptinfloreszenzast einen Blattschopf tragend. Infloreszenzen blattachselständig. **P. axillare.**

1.* Blüten in zylindrischen, kurzen oder verlängerten, gestielten oder ungestielten, einfachen, seltener verzweigten Ähren.
   3. Laubblätter eiförmig bis schmal lanzettlich, im erstern Fall in den Blattstiel zusammengezogen.
      4. Laubblätter linealisch lanzettlich. **P. Schimperi.**
      4.* Laubblätter eiförmig **P. africanum.**
   3.* Laubblätter breiteiförmig, am Grunde abgestutzt oder herzförmig. **P. Mildbraedii.**

P. gnaphalobryum (Hochst.) Schinz nov. comb. — *Psilostachys gnaphalobryum* Hochst. in Flora (1844), Beilage 6, t. 4. — *Achyranthes cordata* Hochst. et Steud. ex Hochst in Flora (1844), Beilage 6. — *Psilotrichum cordatum* Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 280 non Schinz; Baker and Clarke in Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 60. — *Psilotrichum villosiflorum* Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 59, in Ann. Istit. Bot. Roma IX (1900), 20 et in Malpighia XIV (1900), 452.

1 bis 1½ m hoch, mit nahezu kahlen, in Rispen endigenden Zweigen. Laubblätter ± 10 mm lang gestielt, eiförmig oder lanzettlich, am Grunde herzförmig oder abgerundet, spitzlich, ± 30 mm lang und bis 20 mm breit, kahl oder behaart. Blütenstände 30 bis 60 cm lang mit bis 4 oder mehr cm langen, 4- bis 12blütigen Ähren. Tepalen 3 bis 5 mm lang, behaart. Griffel 1½ bis 2 mm lang.

ÄGYPTEN: Fischer 161.

ERITREA: Schweinfurth 65, 190, 1681.

NUBISCHE KÜSTE: Ssoturba-Gebirge, Schweinfurth 614, 642, 643; Bent.

ABESSINIEN: Hildebrandt 675; Schimper 1760.

SOMALLAND: Mt. Robi, Ruspoli-Riva 1455; Gara Lilin, Ellenbeck 1065, 2209; Lort Phillips.

ARABIEN: Deflers 420; Schimper 785.

P. axillare C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909). 60. — *Psilotrichum cordatum* Schinz in Engl. Pfl. Ost-Afr. C (1895), 173 non Moq. (= *Psilotrichum gnaphalobryum* [Hochst.] Schinz). — *Psilotrichum edule* C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. Trop. Afr. VI/1, (1909), 61.

Aufrechte, krautartige Pflanze mit ± 6 mm lang gestielten, ± eiförmigen bis eiförmig lanzettlichen, meist in eine Spitze ausgezogenen, am Grunde abgerundeten oder herzförmigen, unterseits dicht seidig-, oberseits schwächer behaarten und meist verkahlenden, ± 35 mm langen und ± 25 mm breiten Laubblättern. Blütenstände fast trichotomisch verzweigt, 6 bis 24 cm lang, die letzten Verzweigungen mit zerstreuten, mehrzelligen, feinen Haaren. Tepalen ± 2 mm lang, anfangs, namentlich auf den hervortretenden Rippen, dicht abstehend kurz behaart, später ± verkahlend. Griffel ± ½ mm lang.

OSTAFRIKA: Mossambik, Prelado 56 (Laubblätter 60 mm lang und 40 mm breit); Sansibar, Hildebrandt 1895; Stuhlmann 319, 553; Tanga, Volkens 177; Mombassa, Hildebrandt 1985; Usambara, Volkens; Pemba-Insel, Lyne 108, 129 (sub. *P. eduli*).

Wenn ich *P. edule* C. B. Clarke als Synonym von *P. axillare* auffasse, so geschieht dies aus folgenden Erwägungen: Baker und Clarke unterscheiden in ihrem Schlüssel der Gattung *Psilotrichum* in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 61 wie folgt:

Stem glabrate, perianth hispid **P. axillare.**
Stem hairy, perianth glabrous **P. edule.**

Nun sind die Zweige von *axillare* durchaus nicht durchwegs kahl; sie verkahlen allerdings leicht, zeigen aber im übrigen genau

denselben Haartypus (auffallend lange, ± steiflich abstehende Haare) wie das von Clarke als *edule* bezeichnete Exemplar von Lyne! Ferner verkahlen die Tepalen von axillare so vollständig, dass sie dann von *edule* unmöglich mehr zu unterscheiden sind. Ich kann daher in *edule* C. B. Clarke nicht einmal eine Spielart des *axillare* erblicken.

P. Schimperi Engl. Hochgebirgsfl. trop. Afr. (1892), 207; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 59. — *Psilotrichum angustifolium* Gilg in Notizbl. Bot. Garten Berl. (1897), 328.

Aufrechte Staude mit zum Teil wechselständigen, linealisch lanzettlichen, stumpflichen oder bespitzten, namentlich am Rande zerstreut lang behaarten, verkahlenden, ± 5 cm langen und ± 4 mm breiten Laubblättern. Infloreszenzachsen zerstreut lang behaart, lockerblütig. Tepalen eiförmig, spitzlich oder stumpflich, äussere am Rande und auf den Nerven mit kurzen, starren, aus wenigen Zellen bestehenden, gegen die Spitze zugekrümmten Haaren, die bedeckten Ränder der innern Tepalen mit vereinzelten, langen Seidenhaaren.

ABESSINIEN: Begemeder, im Gebiet des Reb-Flusses, Schimper 1388.

TROP. OSTAFRIKA: Stuhlmann 3470.

P. africanum Oliv. in Hook. Ic. Pl. ser. 3, VI, 2 (Nov. 1886), t. 1542 et in Trans. Linn. Soc. ser. 2, Bot. II, 348 (Okt. 1887); Schinz in Engl. und Prantl Natürl. Pflanzenfam. III, Ia, 111, fig. 65; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 58.

Kahler Halbstrauch mit elliptischen oder eiförmigen, beiderends zusammengezogenen, zuerst behaarten, nachdem pubeszierenden und schliesslich verkahlenden, 25 bis 70 mm langen und 10 bis 40 mm breiten, kurz gestielten Laubblättern. Blütenstände ährig, fast ungestielt, 10 bis 25 mm lang, dichtblütig, achselständig. Tepalen stumpflich, pubeszierend, weisslich, am Grunde verhärtend. 4 1/2 mm lang.

Von DEUTSCH-OSTAFRIKA über MOSAMBIK bis hinunter nach DURBAN verbreitet.

— — var. **debile** Schinz in Engl. Bot. Jahrb. XXI (1895), 185. — *Psilotrichum concinnum* Baker in Kew Bull. (1897), 279; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 58.

Zweige verlängert, krautig, nur unterwärts verholzt.

SÜDOSTAFRIKA: Blantyre in Nyassaland, Last.

Es ist wohl möglich, dass var. *debile* doch eine gute, von *africanum* verschiedene Art ist, aber auf Grund der wenigen Exem-

plare kann ich keine Entscheidung treffen, um so weniger als *P. africanum* auch ohnedies eine allzu polymorphe Art zu sein scheint. Zweige mit auffallend verlängerten Internodien kommen auch bei sichern *africanum*-Exemplaren vor und zwar gleichzeitig mit verkürzten Gliedern. Nach Baker and Clarke l. c. soll das Ovarium von *P. concinnum* oberwärts *„granular-subtubercular“* sein, doch kann ich hievon beim besten Willen nichts wahrnehmen.

P. Mildbraedii Gilg ined.

Suffruticosa; folia breviter petiolata, late ovata, obtusa vel breviter acuminata, sericea, demum subglabra; spiculis axillaribus, subcessilibus, parvifloris; perianthium pilosum.

Mehrjährige, vom Grunde an wohl meist stark verzweigte Staude mit namentlich in der Jugend dicht ± braun behaarten Zweigen. Laubblätter 3 mm lang gestielt (Blattstiele auffallend breit), breiteiförmig, bis 30 mm lang und bis 23 mm breit, anfangs dicht seidig-, später zerstreut behaart und schliesslich, mindestens oberseits, verkahlend. Blütenstände nahezu ungestielt, blattachselständig, armblütig. Tepalen behaart und zwar am Rande lang seidig, ± 3 mm lang, stumpflich. Trag- und Vorblätter breiteiförmig, behaart, namentlich die Vorblätter häutig. Fruchtknoten 2 mm hoch, mit papierdünner Fruchtwand, Griffel $^1/_2$ mm lang.

DEUTSCH-OSTAFRIKA: Niavarongo, westlich vom Akanjaro-Einfluss, auf bebuschten Hängen, Mildbraed 681.

Ungenügend bekannte Arten:

Psilostachys Boiviniana Baill. in Bull. Soc. Linn. (1886), 622.
„ *filipes* Baill. l. c.
„ *nervulosum* Baill. l. c.

Psilotrichum Elliottii Baker in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 58.

Psilotrichum Kirkii C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 60.

Psilotrichum scleranthum Thwaites Enum. (1861), 248.
„ *trichophyllum* Baker in Kew Bull. (1897), 279; Baker and Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1, 58.

Synonymik.

Psilostachys filiformis Dalz et Gibs. Bombey Fl. (1861), 305 = **Dimeria ornithopoda** Trin.

Psilostachys gnaphalobrya Hochst. in Flora (1844), Beilage, 6 = **Psilotrichum gnaphalobryum** (Hochst.) Schinz.

Psilostachys Kirkii Baker in Kew Bull (1897), 279 = **Psilotrichum Kirkii** (Baker) C. B. Clarke.

Psilostachys sericea Hook. in Benth. et Hook. Gen. Pl. III/1 (1880), 32 = **Psilotrichum sericeum** (Koen.) Dalz et Gibson.

Psilotrichum angustifolium Gilg in Notizbl. Bot. Garten Berlin (1897), 328 = **Psilotrichum Schimperi** Engl.

Psilotrichum capitatum F. Müller Fragm. I, 10 (Dec. 1859), 238 = **Ptilotus psilotrichoides** F. Müller.

Psilotrichum concinnum Baker in Kew Bull. (1897), 279 = **Psilotrichum africanum** Oliv. var. **debile** Schinz.

Psilotrichum confertum (Schinz) C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 59 = **Achyranthes conferta** Schinz ?

Psilotrichum cordatum Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 280 = **Psilotrichum gnaphalobryum** (Hochst.) Schinz.

Psilotrichum debile Baker in Kew Bull. (1897), 279 = **Achyranthes Welwitschii** Schinz ?

Psilotrichum densiflorum Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXX (1901), 110 = **Achyranthes leptostachya** E. Mey.

Psilotrichum gracilentum C. B. Clarke in Thiselton-Dyer Fl. trop. Afr. VI/1 (1909), 59 = **Centemopsis gracilenta** (Hiern) Schinz.

Psilotrichum helichrysoides F. Müller Fragm. I, 10 (Dec. 1859), 237 = **Ptilotus helichrysoides** F. Müller.

Psilotrichum nudum Wight Ic. V (1852), t. 1775 = **Psilotrichum calceolatum** (Russ.) Moq.

Psilotrichum ovatum Moq. in DC. Prodr. XIII/2 (1849), 281 = **Psilotrichum calceolatum** (Russ.) Moq.

Psilotrichum Robecchi Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 60 = **Neocentema Robecchii** (Lopr.) Schinz.

Psilotrichum rubellum Baker in Kew Bull. (1897), 279 = **Centemopsis biflora** Schinz.

Psilotrichum Ruspolii Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 59 = **Loprioria Ruspolii** (Lopr.) Schinz.

Psilotrichum humile Drake Ill. Fl. Ins. Pac. (1892), 270 = **Nototrichium humile** Hillebr.

Psilotrichum villosiflorum Lopr. in Engl. Bot. Jahrb. XXVII (1899), 59 = **Psilotrichum gnaphalobryum** (Hochst.) Schinz.

Psilotrichum viride Drake Ill. Fl. Ins. Pac. (1892), 270 = **Nototrichium viride** Hillebr.

Psilotrichum sandwichense Seem. Fl. Vit. (1867), 198 = **Ptilotus sandwichensis** A. Gray ex Mann in Proc. Americ. Acad. VII (1867), 200 = **Nototrichium sandwichense** (Seem.) Hillebr.

Capparidaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Capparis Schlechteri Schinz nov. spec.

Frutex divaricatus ramis junioribus dense fulvo-tomentosis, demum glabris, spinis reflexis, foliis petiolatis, ovatis, basi rotundatis vel breviter cordatis (vel acutis?), apice emarginatis, crassis, junioribus pilis minimis laxiuscule obsitis, adultis glabris, floribus in racemos dispositis, pedicellatis, sepalis cucullatis, petalis obovatis, margine villosis, staminibus 10 ad 12.

NATAL: In fruticet. pr. Taista River, 1200 m, Schlechter 6385, bl. 22. I. 1895.

Ein sparriger Strauch (?) mit dornigen, gekrümmten Stipeln und ± eiförmigen, ± 3 mm lang gestielten, am Grunde schwach herzförmigen oder abgerundeten, am entgegengesetzten Ende leicht ausgerandeten, 3½ cm langen und ± 2 cm breiten Laubblättern, deren einem oberseits rinnigen Stiel aufsitzende Spreiten dick lederig und im getrockneten Zustande eigenartig hellgrün gefärbt sind. Der Rand der Spreite, die kaum eine Nervatur erkennen lässt, steht etwas nach unten ab. Die an blattlosen oder blattarmen und gleich den jungen Trieben überhaupt rostbraun behaarten Infloreszenzen traubig angeordneten Blüten sind ± 5 mm lang gestielt. Die vier anfangs rostbraunen, rasch verkahlenden und dann hellgrünen Kelchblätter sind ± 4 mm lang, kappenförmig; eines ist am Grunde schwach ausgesackt. Kronblätter ± verkehrteiförmig, namentlich am Rande wollig behaart, ± 4 mm lang. Staubblätter 10 bis 12.

Unsere Pflanze erinnert hinsichtlich ihres Blütenstandes an *C. Gueinzii* Sonder (Harvey and Sonder Fl. Cap. I, 62), doch sind bei dieser die Laubblätter schlanker und das Androeceum ist vielzählig. Mit *C. Schlechteri* dürfte vermutlich identisch sein die in Sim, The Forests and Forest Flora of the Colony of the Cape of Good Hope (1907), t. X, fig. 3 abgebildete, von Sim, l. c. pag. 124 mit *C. Zeyheri* Turcz. identifizierte Capparis, die aber weder mit der Originaldiagnose von Turczaninow (Bull. Soc. Imp. Natural. Moscou XXVII [1854], 324) noch mit der sehr guten Abbildung in Wood, Natal Plants III, 1 (1900), t. 214 übereinstimmt, sagt doch Turczaninow ausdrücklich: **„foliis oblongo-lanceolatis utrinque attenuatis, margine undulatis"**, womit weder unsere Pflanze noch Sim's Figur sich deckt. Zu *Capparis Schlechteri* gehört sehr wahrscheinlich aus unserem Herbarium Generale Cooper 5 aus British Caffraria und vielleicht auch Mac Owan 742 aus Caffraria.

deren Laubblätter allerdings schmäler (es bezieht sich diese Angabe auf Mac Owan 742) und am Grunde nicht abgerundet sind, die Zahl der Staubblätter scheint 8 zu betragen; die Äste sind wie bei *C. Schlechteri* bewehrt.

Endlich besitzen wir noch in Schlechter 4512, aus der Transvaalkolonie, trop. Reg., inter frutic. pr. Mailas Kope (?), 830 m, 16. II. 1894, eine weitere Capparis-Art, die ich **C. transvaalensis** Schinz[1] benenne, die ein der oben diagnostizierten, Capparis entsprechendes Indument, eiförmig elliptische bis breit elliptische, ± 4 mm lang gestielte, stumpfe oder sogar etwas ausgebuchtete Laubblätter besitzt. Die Spreite dieser Laubblätter ist erheblich dünner als bei *C. Schlechteri*, lässt daher die Nervatur unschwer erkennen, und misst in der Länge 28 bis 40 mm und in der Breite 12 bis 20 mm. Zahl der Staubblätter mindestens 25. Die Blüten, die ± 8 mm lang gestielt sind, sitzen auch hier an blattarmen, achselständigen Trauben

Crassulaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Kalanchoë Junodii Schinz nov. spec.

Caulis erectus, robustus, ramosus, apice sparse glandulosus, farinaceus; folia opposita, decussata, spathulata, basi interdum in petiolum attenuata, sinuata, subtus sparse glandulosa, semiamplexicaulia, farinacea; inflorescentia thyrsoidea (?); flores pedicellati in cymis ramosis; calyx subcampanulatus, segmentis ± late oblanceolatis; corolla flava, segmentis tubo paulum longioribus, subapiculatis; stamina supra corollae tubi medium inserta; carpella conniventia, in stylos quam carpella breviores conniventes attenuata; squamae ± subquadratae, leviter emarginatae.

TRANSVAALKOLONIE (vermutlich aus Shiluvane), aus von Missionar Junod erhaltenem Samen im bot. Garten in Zürich gezogen.

Kräftiges, 80 cm hohes, vom Grunde an verzweigtes Exemplar, dessen Stengel am Grunde ± 2 cm dick sind. Die dicken, fleischigen Laubblätter sind breit spatelförmig bis fast kreisrund, oberseits etwas konkav vertieft, nach der Basis stielartig zusammengezogen und an der halbstengelumfassenden Basis noch etwa 2½ cm breit, am Rande entweder buchtig ausgerandet oder unregelmässig grob gekerbt und mitunter etwas rötlich gefärbt. Die obern Laubblätter sind mehlig

[1]) **Capparis transvaalensis** Schinz nov. spec.

Frutex ramis junioribus dense fulvo-tomentosis, demum glabris, spinis reflexis, foliis petiolatis, ovato-ellipticis vel late ellipticis, obtusis vel emarginatis, membranaceis, floribus in racemos aphyllos dispositis, pedicellatis, staminibus ± 25.

bestäubt, die untern kahl, alle mit zerstreuten Stieldrüsen besetzt. Währenddem die obern Laubblätter horizontal abstehen, sind die untern zurückgeschlagen und dem Stengel ± anliegend. Die durchschnittliche Länge der Blätter beträgt 14 cm, die Breite 9 cm. Die Blüten des offenbar rispigen, gedrungenen Blütenstandes sind 8 bis 10 mm lang gestielt. Die Kelchröhre misst 1 mm, die ± breiteiförmigen, in eine kurze, stumpfe Spitze ausgezogenen, mit sehr zerstreuten, sehr kurzen Drüsenhaaren besetzten, flach-konkaven und weissmehlig bestäubten Kelchzipfel sind bis 12 mm lang und bis 9 mm breit, zur Zeit der Anthese ± horizontal abstehend und ± ungleich, 2 grösser, 2 kleiner. Die 5½ mm lange Kronröhre ist weitglockig und dabei ± vierkantig und vierzipflig. Die namentlich innen zitronengelben, 8 mm langen und 4 mm breiten Kronzipfel sind lanzettlich bis elliptisch spatelförmig und nach dem Grunde zu zusammengezogen, sie sind mit vereinzelten Drüsenhaaren besetzt und sind über dem untern Drittel ± auswärts abstehend. Nach der Spitze zu sind die Kronzipfelränder etwas einwärts geschlagen. Die Buchten zwischen den einzelnen Zipfeln sind ausgerundet. Die etwas unterhalb der Buchten inserierten Staubfäden sind ± 3 mm lang, die Staubbeutel ± 1¼ mm, die Schuppen 1¼ bis 1½ mm lang und 1½ mm breit, leicht ausgerandet oder leicht zweizipflig. Die zusammenneigenden Fruchtknoten sind ± 5 mm lang, die Griffel ± 3 mm.

K. brachyloba Welw. hat linealische Schuppen und eine längere Kronröhre, bei *K. laciniata* DC. sind die Schuppen gleichfalls linealisch, die Kelchzipfel überdies schmal und die Kronzipfel halb so lang wie die Kronröhre, und bei *K. crenata* Hamet ist die Kronröhre bis 18 mm lang und die Schuppen sehr klein, die übrigen Kalanchoë-Arten können, wenn Hamet's Monographie im Bull. de l'Herb. Boiss. 2me sér., VII (1907) und VIII (1908) zu Rate gezogen wird, kaum in Betracht kommen.

Leguminosae.

Hans Schinz (Zürich).

Tephrosia pseudosphaerosperma Schinz nov. spec.

Caule erecto (?); foliis 1-foliolatis, ± ellipticis, breviter petiolatis, apice mucronatis, adpresse sericeis; floribus brevissime pedicellatis axillaribus; legumine sericeo, semine unico.

Laubblätter einfach, 45 mm lang und 15 mm breit, elliptisch bis elliptisch lanzettlich oder elliptisch spatelförmig, am Grunde keilförmig zusammengezogen, 3 bis 4 mm lang gestielt, mit rückwärts gekrümmtem Mukro versehen, getrocknet der Länge nach gefaltet,

beidseitig dicht mattgrauweiss samtig behaart, mit unterseits hervortretender Nervatur vom Charakter der Blattnervatur der *T. sphaerosperma*. Nebenblätter pfriemlich. Blüten blattachselständig zu wenigen, fast sitzend. Hülse einsamig, apikulat, 7 bis 9 mm lang. anliegend seidig behaart.

SÜDWEST-AFRIKA (Kalachari): Udschi, Fleck 334a.

Ich habe diese Exemplare früher mit *T. sphaerosperma* (DC.) Baker vereinigt. letztere hat aber durchgehends verkehrteiförmige, weniger dicht behaarte und zudem mit der Zeit verkahlende Laubblätter.

Boraginaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Lithospermum Dinteri Schinz nov. spec.

Basi suffruticosum, erectum, ramosissimum, strigoso-hispidum; foliis oblongo-spathulatis, rotundatis, basi longe attenuatis, utrinque adpresse sericeo-strigosis: floribus ± ad axillas subsessilibus; laciniis calycinis linearibus, obtusis; corollae extus strigosae, lobis obtusis crenatis.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Hereroland): Südabhänge des östlichen Auasgebirges, Dinter 812, bl. X.

Eine mehrjährige, ± 25 cm hohe, vom Grunde an buschig verzweigte, dicht-, zum Teil fast samtig lang behaarte Pflanze mit mattweissem Indument. Die ungestielten Laubblätter sind oblong spatelförmig, borstig behaart, abgerundet, ± 5½ cm lang und ± 8 mm breit. Der dicht strigos behaarte Kelch besteht aus einer ganz kurzen Röhre und ± 2 mm langen, länglich ovalen bis linealisch ovalen, stumpfen Kelchabschnitten. Die Krone ist ± 3½ mm lang, aussen anliegend behaart; die Kronlappen sind ± 1 mm lang und ± ½ mm breit, spatelförmig, unregelmässig gekerbt. Die etwas unterhalb der Mitte der Kronröhre dieser eingefügten Staubfäden sind ± ½ mm lang und mit ½ bis ¾ mm langen, etwas vom Mittelband überragten Staubbeuteln versehen. Unterhalb der Kronlappen finden sich fünf behaarte Polsterchen und am Grunde der Staubfäden ebenso viele Schuppen. Der Griffel ist 1 mm lang, die Narbe unscheinbar, ungeteilt.

Solanaceae.

Hans Schinz (Zürich).

Lycium Bachmannii Schinz nov. spec.

Frutex ramis spinescentibus ramulis abbreviatis foliis oblanceolatis, basi et apice angustatis, acutis vel obtusis, glabris, floribus

solitariis pedicellatis, calyce campanulato dentibus triangularibus, corollae limbo 5-lobato lobis rotundatis, staminibus 5 supra basin insertis filamentis basi pilosis.

KAPKOLONIE: Hopefield, im Gebüsch, Bachmann 1792, bl. V, 1887.

Ein dorniger Strauch mit verkehrtlanzettlichen, allmählich gegen den Grund zu zusammengezogenen, stumpfen oder spitzen, bis 25 mm langen und bis 8 mm breiten, kahlen Laubblättern, die büschelig den langen Dornzweigen aufsitzenden Kurztrieben entspringen. Blüten einzeln auf den Kurztrieben, ± 10 mm lang gestielt. Kelchröhre weit glockig, kahl, $3^1/_2$ mm weit, mit ± 6 mm langer Röhre und dreieckigen, spitzen, 2 bis $2^1/_4$ mm langen, an der Basis ± 2 mm breiten Abschnitten. Die in der Kelchröhre versteckte Kronröhre misst 6 bis 7 mm; die Kronlappen sind rundlich, 4 mm lang und auswärts geschlagen. 3 oder alle 5 Staubblätter herausragend, mit über dem Kronröhrengrund eingefügten, unterwärts behaarten Staubfäden.

Scrophulariaceae.

Albert Thellung (Zürich).

Manulea leptosiphon Thellung nov. spec.

Herba annua subglaberrima glaucescens; foliis fere omnibus basilaribus rosulatis oblongis vel spathulatis crenatis vel repandis vel subintegerrimis; caulibus compluribus scapiformibus parce ramosis (partim simplicibus); floribus in caule et ramis spicatis parvis; calyce 5partito lobis sublinearibus; collae tubo calycem duplo superante, lobis tubo vix vel haud multo brevioribus lineari-subulatis inter se subaequalibus; capsula ellipsoidea calycem duplo superante.

Radix tenuis, annua. Folia basilaria in petiolum attenuata, cum petiolo (1—2 cm longo) 2—5 cm longa, 5—7 mm lata, subglaberrima (minutissime tantum et vix conspicue glandulosa). Caules 8—20 cm alti, subteretes (sicci interdum striati vel sulcati), glaucescentes, inferne simplices et saepius glaberrimi, superne alternatim ramosi (ramis erecto-patentibus) et minutissime glandulosi; caules et rami in spicas subaphyllas abeuntes. Flores spicati, solitarii, subsessiles (pedicellis ± $^1/_2$ mm longis); bracteae minutae inconspicuae, ovato- vel elongato-lanceolatae, ± 1 mm longae. Calyx minute glandulosus, ad basin fere 5partitus, 2—3 mm longus, lobis sublinearibus subacutis. Corollae tubus gracillimus interdum subfiliformis, 5—7 mm longus, $^1/_4$—$^1/_2$ mm latus, extus glaberrimus; limbus 5partitus lobis lineari-subulatis (siccis margine revolutis et subfiliformibus) acutissimis vel extremo apice subretusis, ($3^1/_2$—) 4—5 mm

longis, ± 1/2 mm latis. Stamina corollae fauci inserta, inclusa; inferiorum antherae oblongae, superiorum reniformes inaequaliter adnatae. Ovarium ovato-conicum, glabrum; stylus brevis inclusus, parte sua superiore papillosus, stigmate indistincto. Capsula ellipsoidea, compressa, 3 1/2 mm longa, 2 1/2 mm lata, glaberrima, apice generis more breviter septicide dehiscens valvulis bifidis; semina minuta generis, numerosa.

Die neue Spezies ist durch die Form der Krone der *M. Cheiranthus* L. und der *M. gariepina* Benth. verwandt; von der erstern unterscheidet sie sich leicht durch die verlängerte Kronröhre, die den Kelch ums Doppelte überragt, durch die sehr kleinen Tragblätter, sowie durch die Kahlheit der ganzen Pflanze; näher steht sie der (mir nur nach der Beschreibung bekannten) *M. gariepina*, von der sie sich jedoch (spezifisch?) unterscheidet durch etwas grössern Kelch mit fast spitzen (nicht stumpfen) Abschnitten und durch die Kronlappen, die alle untereinander gleichgestaltet und pfriemlich verschmälert sind (*M. gariepina*: Kronlappen schmal lanzettlich oder linealisch-oblong, der vordere stumpf, die übrigen spitz).

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Gross-Namaland): ? Tschirub, II. 1885, Schinz 361 (unvollständiges, blattloses Exemplar); um Rietfontein am Rande der Kalachari, Fenchel 445.

SÜD-AFRIKA: Regio occid.: Messklipp in collibus, 2000′, IX. 1897, Schlechter 11282 (als *M. Cheiranthus*).

Manulea simpliciflora Thellung nov. spec.

Herba biennis (an annua?), tota glanduloso-pubescens; caulibus compluribus pumilis suberectis simplicibus parce foliatis in spicam laxam subsimplicem abeuntibus; foliis basilaribus rosulatis petiolatis oblongo-lanceolatis remote subpectinatim denticulatis dentibus patentibus; floribus subsimpliciter spicatis mediocribus; calyce ad 1/3 inferiorem 5fido lobis lineari-lanceolatis acutis; corollae tubo calyce subduplo longiore, extus glanduloso-puberulo, limbi lobis ovato-oblongis obtusis; capsula ignota.

Radix satis tenuis, pallida. Caules (floriferi) 15—20 cm alti, subcylindrici (sicci leviter striati vel sulcati), pilis brevissimis capitatis albidis densissime obsiti. Folia aeque ac caulis glanduloso-puberula; radicalia rosulata, petiolo 1—2 cm longo suffulta, lamina 3—4 cm longa, 3—5 mm lata, margine dentibus minusculis triangularibus ornata; caulina subopposita (plerumque in 3 paribus) angustiora, lineari-lanceolata (2 1/2—3 cm: 1 1/2—2 mm), margine dentibus remotis profundioribus (1/2 mm) anguste triangularibus patentibus subacutis quasi pectinato-dentata. Inflorescentia satis laxa, ± 10flora,

subsimpliciter spiciformis; bracteae lineari-lanceolatae integerrimae lobis calycis similes eumque ± aequantes; pedicelli fere omnes solitarii subnulli (- 1/2 mm longi). Calyx florifer 5 mm longus, pilis glanduliferis brevissimis et longioribus densissime pubescens. Corollae tubus rectus, 9—10 mm longus, inferne 3/4 mm diam., superne (versus faucem) 1 mm; limbus patens subaequaliter 5partitus lobis ovato-oblongis (sed in statu exsiccato propter margines revolutos angustioribus) obtusis, 3 1/2 mm longis, 1 1/2 mm latis, extus remote glandulosis, intus glabris. Stamina corollae fauci inserta, inferiorum antheris oblongis filamento adnatis, superiorum subreniformibus inaequaliter adnatis faucem aequantibus. Ovarium ovato-conicum glandulosum; stylus 10 mm longus, basi parce glandulosus, ceterum papillifer; stigma indistinctum.

M. simpliciflora scheint nach der Form der Laubblätter, dem Indument der ganzen Pflanze und dem nicht tief geteilten Kelch der *M. conferta* Pilger! (in Engl. Bot. Jahrb. XLVIII [1912], 437) nahezustehen; letztere unterscheidet sich jedoch durch die ausdauernde Wurzel, die zusammengesetzte Infloreszenz, die aus zahlreichen, gedrängten Trauben besteht, durch etwas kleinere Blüten (Kelch unter der Blüte 4 mm lang, Kronröhre 7—8 mm, Saumlappen 2 1/2—3 mm lang), durch den nur bis zur Mitte gespaltenen Kelch und den ganz kahlen Fruchtknoten.

DEUTSCH-SÜDWEST-AFRIKA (Gross-Namaland): Sanddünen zwischen Keetmannshoop und Rietfontein an der Grenze der Kalachari, Fenchel 446.

Labiatae.

Hans Schinz (Zürich).

Tinnea Rehmannii Schinz nov. spec.

Suffrutex caulibus puberulis; foliis breviter petiolatis, ovatis, basi attenuatis, acutis vel obtusis, subglabris; floribus pedicellatis; bracteis ovato-ellipticis pedicellos ± aequantibus; calyce campanulato, 2lobo, margine piloso; corolla umbrina.

TRANSVAALKOLONIE: Boshveld, Klippan, Rehmann 5288.

Ein Halbstrauch mit stielrunden, schlanken, ± dicht pubeszierenden bis fein flaumig behaarten, unterwärts braungelben, dünnen Zweigen und 2 bis 4 mm lang gestielten, schmaleiförmigen bis eiförmigelliptischen, meist etwas in den Blattstiel zusammengezogenen, spitzen oder stumpflichen Laubblättern. Die im getrockneten Zustande zusammengefaltete und sichelförmig rückwärts gekrümmte Spreite ist anfangs dünn flaumig behaart und verkahlt anscheinend

sehr rasch; sie ist ± 17 mm lang und 5 bis 7 mm breit. Die blattachselständigen Blüten besitzen laubblattähnliche Bracteen und pfriemlich spitze, 1½ bis 2 mm lange Vorblätter. Die Blütenstiele messen 3 bis 5 mm, scheinen aber später noch etwas auszuwachsen. Der glockige Kelch ist ± 8 mm lang und am oberen Rande ± 5½ mm breit, die Lippen messen etwa 3 mm. Die tiefdunkelbraune (getrocknet) Krone hat eine oberwärts sich erweiternde, 8 bis 9 mm lange Röhre, eine 3 bis 4 mm lange Unterlippe und eine ± 7 mm breite Oberlippe. Die Staubfäden sind bandförmig und pubeszierend. Zwei der Staubblätter überragen die Unterlippe deutlich. Nach der Anthese vergrössert sich der Kelch bedeutend.

Unsere Art zeigt grosse Ähnlichkeit mit der von Briquet (Bulletin de l'Herb. Boiss. 2me sér., III [1903], 1094) beschriebenen *T. Galpini*, und Skan (in Thiselton-Dyer Fl. Cap. V 1 [1900], 383) hat denn auch die Rehmannsche Nummer zu dieser Art gestellt. Briquets *T. Galpini* hat aber fast ganz ungestielte, im Verhältnis zu unserer Pflanze viel schmälere, zum Teil schmal elliptische, länger behaarte Laubblätter und zudem dicht und lang behaarte Kelche. Ich habe Skan auf diese Unterschiede brieflich aufmerksam gemacht, und er stimmt mir bei, dass sich die beiden Pflanzen nicht decken. Bei der Durchsicht unserer trop. Tinnea-Materialien und deren Vergleich mit der Bearbeitung dieser Gattung durch Baker in Thiselton-Dyer Fl. trop. Africa V 1 (1900), 497 ist mir aufgefallen, dass Baker sowohl Schweinfurth 2814 wie Holst 3195 der *T. aethiopica* Kotschy et Peyr. unterstellt, und doch unterscheidet sich Holst's Pflanze ganz auffallend durch stark kantige Zweige (der Originalbeschreibung entsprechend) von Schweinfurth 2814, deren Zweige ausgesprochen stielrund sind.

2.

Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora (XIII).

Beiträge zur Lebermoosflora der Ostschweiz.

Von

Frl. **Marie von Gugelberg** (Maienfeld).[1])

Grimaldia barbifrons Bischoff = *G. fragrans* Corda — April 1905 in einer Ritze zwischen den Quadern am Widerlager unter der Eisenbahnbrücke Maienfeld-Ragaz einen kleinen, mit männlichen Brutbechern bedeckten Rasen. Von da an habe ich ihn im Auge behalten und immer wieder nachgesehen. Im Herbst 1909 hatte sich derselbe verbreitet und üppiger entwickelt; um ihn aber noch schöner werden zu lassen, wollte ich noch ein wenig zuwarten, und als ich ihn holen wollte, war die Fuge mit einer dichten Zementschicht ausgefüllt und keine Spur mehr davon vorhanden.

Fegatella conica (L.) Corda = *Conocephalus* Dum. — Mit Fr. im Glecktobel am grossen Stein gegen das Malbiet hinauf. Auf dem Kirchhof zu Maienfeld. Sehr schön fruchtend in grossen, schwellenden Rasen über Ragaz auf den Herrenböden. In St. Moritz.

Preissia commutata Nees = *Pr. quadrata* Scop. — Maienfeld, hauptsächlich an den Rheindämmen u. mit Fr. Am Nordfuss des Fläscherbergs unter der Festung. Tamins am Wege nach Kunkels. Üppiger und häufig am Waldrand längs der Strasse von Klosters nach Laret. Schön fruchtend hinter Sils-Maria am Fusswege ins Fextal.

Marchantia polymorpha L. — Bei Maienfeld hie und da an feuchten Orten; im Glecktobel. In St. Moritz in Wiesengräben, besonders üppig in der Nähe des Inn hinter dem Kurhause gegen Campfèr; neben der Türe der englischen Kirche.

var. **aquatica** Nees. — Im Walde über dem Statzersee und hinter dem Kurhause am Inn.

[1]) Fräulein Marie von Gugelberg, die verdiente Erforscherin der Laub- und Lebermoosflora unserer Ostwarte hat mir nachstehendes Verzeichnis zwecks Publikation zur Verfügung gestellt und ich bringe dasselbe um so lieber zum Abdruck, als es vielleicht den einen oder andern Floristen veranlassen dürfte, künftighin den bescheidenen Lebermoosen unseres Gebietes eine grössere Aufmerksamkeit als bis anhin zu schenken. Die Nomenklatur belasse ich, wie das Manuskript sie bietet.
Der Herausgeber der „Mitteilungen": Hans Schinz.

Metzgeria furcata (L.) Lindberg. — Im Steigwald bei Maienfeld häufig. Am Bachrand hinter der Jeninser Mühle und im Glecktobel fruchtend, sonst überall steril. Über Ragaz schön und häufig. St. Moritz spärlich.

var. **prolifera.** — St. Luzisteig.

Metzgeria pubescens (Schrank) Raddi. — Steigwald häufig. Ebenso über Ragaz. St. Moritz. Üppig im Walde beim Flimsersee und bei Tamins, aber überall und immer nur steril.

Aneura pinguis (L.) Dum. — Maienfeld am Mühlbach, Rheindamm, besonders bei der Fläscher Säge. Magutters (Vorberg über Bofels) in einem Bächlein auf Tuff mit *Scytonema turicense.*

Aneura palmata (Hedw.) Dum. — Hauptsächlich im Glecktobel an faulenden Baumstümpfen, zuweilen mit Frucht; spärlich im Steigwald.

Aneura latifrons Lindberg. — Wie die vorige.

„ **multifida** Nees. — Am Nordfusse des Fläscherbergs unter der Festung. Hinter dem Dorfe Pfäfers.

Pellia calycina Nees — *P. endiviaefolia.* — Sehr reichlich an einer feuchten Stelle im Valsagerawald unter der Festung. Über Ragaz am Strassenrand vor der gedeckten Brücke am Alpweg sehr schön und reich fruchtend. Tamins, St. Moritz.

Pellia Neesiana (Gottsche) Limpr. — Ähnlich wie vorige, aber seltener.

Blyttia Lyellii (Hooker) Lindenberg — *Pallavicinia Blyttii.* — Über Ragaz am neuen Alpweg links vom Kreuz und ein paar Schritte weiter hinauf an dem kleinen Wasserlaufe fand ich im Mai 1894 zwischen Baumwurzeln auf schwarzem Schlamme ein überhängendes, dichtes Polster von *Fegatella conica* und dazwischen einige *Blyttia Lyellii.* Indem der bekannte Kryptogamenkenner Dr. B. Iack in Konstanz sehr bedauerte, dass ich ihm dieselben nicht in frischem Zustande sofort zugeschickt hatte, suchte ich wieder und war dann auch so glücklich, ihm einen kleinen Rasen mit einigen Früchten schicken zu können, die er dann unter seiner Pflege noch reifen liess, um auch die Sporen untersuchen zu können.

Unterm 25. November 1905 schrieb mir Herr Culmann aus Paris: *Blyttia Lyellii* ist eine Pflanze der Ebene, deren Vorkommen in Ragaz (nach meiner Angabe bei 700 Meter Höhe) sehr interessant wäre. Handelt es sich nicht um *Blyttia Flotowiana,* die neulich von *Blyttia hibernica* abgetrennte Spezies, die schon mehrfach in den Alpen gefunden wurde? Im Dezember sprach er den Wunsch aus, ein kleines Exemplar meiner Pflanze

zu erhalten; da aber meine wiederholt gemachten sorgfältigsten Nachforschungen in der ganzen nähern und weitern Umgebung des Fundortes absolut resultatlos geblieben waren und ich keine Dubletten mehr besass, konnte ich darauf nicht weiter eingehen.

Nach den Abbildungen in Eckarts Synopsis, deren Text zwar veraltet ist, deren Abbildungen ich jedoch immer gut gefunden habe, entspricht meine Ragazer Pflanze ganz entschieden der Abbildung von *Blyttia Lyellii*. Die oval-runden, tief und scharf eingeschnittenen, auf dem Mittelnerv zweireihig so genähert sich findenden Deckschuppen oder Hüllblättchen, dass sie wie eine leichte Krause aussehen, geben mir sofort die Überzeugung, dass es *Blyttia Lyellii* sei. Bei *Blyttia hibernica* hingegen sind die kleinen, ovalen und ganzrandigen Deckschuppen einzeln und entfernt voneinander an dem Mittelnerv des Laubes.

*__Fossombronia pusilla__ (L.) Dum. Für Bünden neu! — Am. 10. September 1893 an einem lehmigen Wegrand im Walde unter der Festung am Fusse des Fläscherberges, mit Frucht. Später habe ich daselbst noch einmal gesammelt, allein das Substrat ist von so bröckeliger Beschaffenheit und die Pflänzchen so zart, dass sie trotz aller Vorsicht nicht ordentlich zu erhalten sind.

Lejeunia serpyllifolia Libert = *L. cavifolia* Lindl. — Sehr spärlich und vereinzelt unter andern Moosen in St. Moritz. 1905 ein kleiner, dichter und unfruchtbarer Rasen am Leinair und am Wege auf den St. Johannisberg. Bei Maienfeld im Steigwald 1894 ein schöner, fruchtender Rasen an einem morschen Holzteuchel der Fläscher Wasserleitung.

Frullania dilatata Nees. — Überall im Steigwald und häufig mit Früchten bedeckt.

Frullania tamariscina Nees. — An Steinen und Baumstämmen, im obern Teile des Steigwaldes oft weiche, braunrote Polster bildend, aber immer steril.

Madotheca platyphylla Nees = *Porella* Schrad. — Hie und da auch in der Ebene an Weidenstöcken und andern alten Bäumen; im Steigwald üppig und auch fruchtend. Ebenso in Tamins.

*__Madotheca laevigata__ — *Porella Schrad.* Lindb — Für Bünden neu! Maienfeld im Steigwald und im Walde über Ragaz ziemlich häufig, aber immer steril.

Radula complanata Dum. — Maienfeld sehr häufig und besonders an Buchen oft ganze Überzüge bildend, oft auch mit Früchten bedeckt.

Ptilidium ciliare Nees = *Blepharozia* Dum. — St. Moritz unter den Lärchen zwischen dem See und der Meierei grosse, schwellende Polster bildend, hinter dem Kurhause am Wege nach Campfèr seltener, aber mit Früchten. Sanssouci bei Pontresina. Maienfeld an verschiedenen Stellen auf alten Baumstümpfen dünne Überzüge bildend. In sehr grossen, schönen und über und über mit Früchten bedeckten Polstern an fast allen Baumstümpfen im Walde zwischen Alvaneu und Surava in der Nähe der alten Schwefelquelle. Sehr reich fruchtende Rasen auch bei Tamins.

Mastigobrium deflexum Nees = *Bazzania* Gray et B. — St. Moritz zwischen Torfmoosen hinter der Meierei am Statzersee, und reine Rasen bildend an der Seepromenade zwischen Surpunt und Meierei, aber nur steril, und in den letzten Jahren dort und anderswo vergeblich gesucht.

Lepidozia reptans Nees. — St. Moritz, Davos-Laret, Tamins und Flims, Steigwald, Glecktobel, an den Abhängen über Ragaz; überall häufig und mit Frucht.

Calypogeia Trichomanis Corda = *Kantia* Gray et B. — St. Moritz an der Seepromenade, Maienfeld am Nordfuss des Fläscherberg, immer unter überhängenden Wurzeln und in Erdlöchern und nie in grössern, reinen und zusammenhängenden Rasen.

Chiloscyphus polyanthus (L.) Corda. — Eine der wenigen, hier auch in der Ebene vorkommenden Arten. Steigwald, Glecktobel, Ragaz, St. Moritz in grossen schwellenden, unfruchtbaren Rasen unter dem überhängenden Grase in einem nassen Wiesengraben unter der Meierei.

var. **pallescens** Hartm. — Auf abgestorbenen Wiesen oder faulendem Holze. Maienfeld, Ragaz, St. Moritz.

Lophocolea heterophylla (Schrader) Dum. — Im Steigwald bei Maienfeld, St. Moritz.

Lophocolea minor Nees. — St. Luzisteig auf Weidboden, St. Moritz auf der Allmend und hinter dem Kurhause.

Lophocolea bidentata (L.) Dum. — St. Luzisteig, Glecktobel unter andern Moosen und nur steril.

Cephalozia connivens Spruce = *Jungerm.* Dicks. — St. Luzisteig unter der Festung am Nordfusse des Fläscherbergs, 1896 schön und 1906 wieder derb. St. Moritz am Quellenberg und in der Charnadura.

Cephalozia bicuspidata Dum. = *Jungerm.* L. — Steigwald unter andern Moosen, Valsagerawald am Nordfusse des Fläscherbergs.

Beim Freudenberg unter Ragaz. St. Moritz eine der häufigsten Arten und oft mit Früchten bedeckt.

*__Cephalozia pleniceps__ Auct. determ. Ch. Meylan. Für Bünden neu! St. Moritz in der Charnadura, ein kleiner, mit andern Moosen gemischter Rasen, im Sept. 1908.

__Cephalozia multiflora__ Spruce = *Jungerm. intermedia* Lindb. Einmal ein handgrosser Rasen an einem Felsen auf dem Wege zur Ovacotschna bei St. Moritz. Später an der gleichen Stelle und n ähnlichen Lagen umsonst gesucht.

*__Cephalozia curvifolia__ Dum. = *Jungerm.* — Für Bünden neu! Im Steigwald an mehreren Stellen auf faulenden Stöcken; in Aroza unter der Festung einen Baumstumpf ganz bedeckend, am Guschnerweg mit Kelchen. Flims auf einem Baumstumpf am Rande des Waldes, Fidaz gegenüber, Sept. 1901.

*__Cephalozia catenulata__ = *Jungerm.* Hüben. — Für Bünden neu! Fehlt im Vorarlberg. — Am Fusse des Falknis an der Bergaitlerrufe über den Steigwiesen auf der Schnittfläche alter Baumstöcke, ebenso an andern Stellen im Steigwald. Zuweilen mit Kelchen, aber nur 1895; später keine Spur mehr davon.

__Lophozia incisa__ = *Jungerm.* Schrad., *J. viridissima* Nees. — Glecktobel. Am Alpweg über Ragaz. Am Schollberg über Atzmoos. St. Moritz am rechtsseitigen Ufer den Seen entlang von Sils bis zum Statzersee zwischen Baumwurzeln etc. schöne, apfelgrüne, reichfruchtende Rasen bildend.

__Aplozia riparia__ Dum. = *Jungerm.* Tayl. = *J. tristis* Nees. — Zuerst im Glecktobel gefunden, später, 1896, traf ich diese Art überall, bald lichtgrün, bald schwärzlich, im allgemeinen oft mit Kelchen; dann bei der Steigbrücke, am Maienfelder Rande der Lochrüfe in Valsagera unter der Festung, am Rheindamm, in der Taminaschlucht, am Wege nach dem Dorfe Pfäfers. An der Ragazer Alpstrasse bildet sie auf dem Tuffe der kleinen Wasserläufe grosse, schwärzliche Überzüge var. *tristis*.

*__Aplozia crenulata__ Dum. = *Nardia* Lindl. = *Jung. Genthiana* Hüben. — Für Bünden neu! St. Moritz 1889 ein schöner, roter Rasen mit Frucht; 1893 in Valsagera unter der Festung am Lehmrande eines Waldweges einige junge Pflänzchen mit *Fossombronia pusilla*.

__Nardia hyalina__ Buss. = *Jungerm.* Hook. — Am Wege von Seewis nach Vadura in einem lehmigen Gräbchen 1894. In Valsagera Okt. 1896: an den vielen roten Wurzeln sehr leicht kenntlich. Fehlt dem Vorarlberg!

Blepharonostoma trichophylla Dum. = *Jungerm.* L. — Maienfeld, St. Moritz, Davos-Laret, Flims, Tamins, Ragaz; fast überall wo überhaupt Lebermoose vorkommen, meist reichlich fruchtend.

Jungermannia setacea Web. — Fehlt in Vorarlberg. St. Moritz 1894 ein ganz kleiner Rasen mit *Jung. bicuspidata* gemischt. An der gleichen Stelle, nämlich an einem Felsen der Seepromenade, einen etwas grössern; seither aber immer vergeblich gesucht.

Jungermannia barbata Schreb. — An Steinen im Steigwald oft reine, dunkelgrüne Rasen bildend, aber selten mit Frucht. St. Antönien, St. Moritz. Überall häufig.

var. **Flörkii** Dum. — St. Moritz zwischen Torf- und Laubmoosen, aber nur steril; in spätern Jahren oft, aber vergeblich gesucht.

var. **lycopodioides** Wallr. — St. Moritz sehr häufig und schön, auch mit Frucht. Davos-Laret; am Schollberg über Atzmoos.

var. **quinquedentata** Nees. — Steigwald bei Maienfeld. Über Ragaz, Tamins im Walde gegen Kunkels. Bei der Ruine Aspermont über Jenins. St. Moritz häufig.

***Jungermannia Kuntzeana**. Determ. B. Jack. — St. Moritz einige wenige Stämmchen zwischen andern Moosen. Für Bünden neu! Fehlt im Vorarlberg.

Jungermannia alpestris Schleich = *J. curvula* Nees. — St. Moritz in der Charnadura und am Quellenberg, aber spärlich; Tamins.

Jungermannia porphyroleuca Nees. — St. Moritz häufig und schöne grosse, bisweilen braunrot überlaufene, reich fruchtende Rasen bildend; in den letzten Jahren aber viel spärlicher. St. Luzisteig spärlich, aber doch mit Kelchen; Guschnerweg ebenfalls. Fehlt im Vorarlberg.

Jungermannia ventricosa Hook. — Fast immer mit Keimkörnern. St. Moritz, Steigwald, aber seltener als vorige.

Jungermannia acuta Lindl. = *J. badensis* Gottsche = *J. corcyraeca* Nees. — Maienfeld vom Rhein bis ins Glecktobel an Dämmen, Wegrändern usw. Taminadamm. St. Moritz schön rot und reich fruchtend in der Charandura.

var. **gracillima** Nees. — Magutters Vorberg über Bofels, Lochwald. Ruine Aspermont über Jenins.

Jungermannia Mülleri Nees. — Maienfeld, St. Moritz; an beiden Orten ziemlich häufig.

Jungermannia bantriensis Hook = *J. Hornschuchiana*. — St. Moritz in einem kleinen Wassergräbchen zwischen dem Torffeld Giandalo

und Surpunt; über der Zementfabrik 1906 schwellende, unfruchtbare Rasen, mit *Hypnum falcatum* durchwachsen.

Jungermannia tersa Nees = *J. confertissima* Nees. — St. Moritz an einem feuchten Felsen an der Seepromenade mit Frucht; an einem feuchten Felsen der Statzeralp, grün bis braun gefärbt; am Wege zum Cavaloggiasee in den ersten Tagen September 1898. Fehlt im Vorarlberg!

Jungermannia inflata Hook. — Maloja in einem feuchten Gräbchen am Schlosswege; am Hahnensee über St. Moritz bei 2195 m, mit Kelchen.

Jungermannia Schraderi Mart. — *Jamesoniella autumnalis*. — Arozen unter der Festung am Nordfuss des Fläscherbergs 1896 im Lochwald gegen den Falknis hinauf an einem Baumstumpfe, 1904 wieder im Steigwald.

Mylia Taylori Gray et B. = *Jungerm.* Hook. — Am St. Moritzersee und im Torffeld dahinter; auch am Statzersee zwischen Torfmoosen, selten reine Rasen bildend.

Mylia anomala Gray et B. = *Jungerm. anomala* Tayl. — An den gleichen Orten wie die vorige, aber noch seltener.

Jungermannia exsecta Schmidel. — Arozen unter der Festung, Glecktobel, Steigwald. Vereinzelt und spärlich über Ragaz; Davos-Laret ein schöner Rasen ohne Keimkörner; Flims auf einem Baumstumpfe; St. Moritz an faulem Holze am Quellenberg.

Jungermannia minuta Crantz. — St. Moritz an der Seepromenade, mit und ohne Frucht, mehrere Jahre immer an derselben Stelle gefunden, seit 1905 aber vergeblich gesucht und in der weitern Umgebung nur vereinzelte kleine und magere Räschen.

***Diplophylleia albicans** Trev. = *Jungerm.* L. — St. Moritz an Steinen, in Felsritzen, am See mit Kelchen; auch am Quellenberg an einem morschen Wurzelstocke.

var. **laxifolia** L. — St. Moritz an einem Felsen in der Statzeralp, aber sehr spärlich.

Diplophylleia obtusifolia Trev. = *Jungerm.* Hook. — St. Moritz unter andern Moosen am Quellenberg, aber selten.

Scapania curta Nees = *Scap. rosacea* Nees. — St. Moritz am Quellenberg mit vielen rot gefärbten Kelchen. Glecktobel steril auf faulem Holze, was Herr Loitlesberger laut brieflicher Mitteilung bisher nur ein einziges Mal gefunden hat, im ganzen aber nicht so selten wie die vorige Art.

Scapania nemorosa Nees. — Im Steigwald häufig; auch am Fläscherberg; über Ragaz. an der Strasse zum Bade Pfäfers. Tamins und Flims aber nicht so häufig; St. Moritz.

Scapania aspera Bernet. — Auf einer Trockenmauer an der Pardellrufe bei Maienfeld.

Scapania irrigua Nees. — St. Moritz an verschiedenen Stellen: Statzeralp.

Scapania undulata Nees. — St. Moritz flutend in den verschiedenen Bächlein am Rosatsch und ein kleiner fruchtender Rasen auf trockenem Boden.

*__Scapania subalpina__ Nees. Für Bünden neu! Fehlt im Vorarlberg. Statzeralp August 1898. Determ. Karl Müller.

*__Scapania helvetica__ Gottsche. — Für Bünden neu! Fehlt im Vorarlberg. Statzeralp bei St. Moritz 1894 determ. Karl Müller.

Scapania aequiloba Nees. — Im obern Teile des Steigwaldes, am Nordfuss des Fläscherbergs, an den waldigen Abhängen häufig und schön; Tamins und Flims am Caumasee, aber nur selten mit Frucht.

*__Scapania umbrosa__ (Schrad.) Dum. — 1893 ein ganz kleines Räschen am Guschnerweg, sonst in Bünden noch nirgends nachgewiesen; 1896 einen schönen grössern am Schollberg über Atzmoos auf einem morschen Baumstumpfe.

Plagiochila asplenioides Nees. — Maienfeld, Ragaz hinter dem Wartenstein und am Guschenkopf in grosser Menge, oft mit Frucht. St. Moritz.

Plagiochila interrupta Nees. Maienfeld am Rhein, St. Luzisteig, meist mit vielen Früchten. Wie die vorige auch über Ragaz sehr häufig.

Alicularia scalaris Corda. — *Nardia* Gray et B. — St. Moritz am Seeweg mit Perianthien 1894. Am Weg von Maloja zum Cavaloggiasee; sehr schön an dem Felsen in der Statzeralp.

Sarcoscyphus Ehrhardti Corda. = *Marsupella emarginata* Dum. — Am Rosatsch über dem Kurhause 1894 und seither wiederholt in der Statzeralp nicht weit von der Hütte.

Sarcoscyphus Funkii Nees — *Marsupella* Dum. — St. Moritz an einem Waldwege am Fusse des Rosatsch hinter Surpunt 1894.

Gymnomitrium concinnatum Corda. — *Cesia* Gray et. B. — St. Moritz an dem einen, oft genannten Felsen in der Statzeralp 1898; ebenso in der kleinen und engen Schlucht zwischen der französischen Kirche und dem Stahlbad, sowie auch am Seeweg zur

Meierei. An letzterm Orte in kurzen, runden Pölsterchen mit *Andreae* gemengt. Sonst überall reichlich fruchtend.

***Sphagnoecetis communis** (Dicks.) Nees. — Für Bünden neu! Maienfeld über der Festung am Guschnerweg und unter der Festung am Nordfuss des Fläscherbergs im Oktober 1896 eine kleine Kolonie; auf einem Wurzelstock im Steigwald ebenfalls, aber immer steril. 1897 weiter oben im Lochwald zwischen *Jungerm. trychophylla* und *Lepidozia reptans* auf einem morschen Strunke verschiedene kleine Häufchen mit Keimkörnern.

Meine Hoffnungen, Wünsche und Pläne, mich auch in andern Teilen unseres Landes mit den dortigen Vorkommnissen an Lebermoosen bekannt zu machen, haben sich leider nie verwirklichen lassen; ich war und blieb auf Maienfeld und St. Moritz und deren Umgebung beschränkt. Erst in spätern Lebensjahren auf diese zierliche Pflanzengattung aufmerksam geworden, habe ich in den Jahren 1890—1909 das mir zugängliche Gebiet wiederholt und genau durchforscht. Dass das Resultat in keinem Verhältnis zu der darauf verwendeten Mühe und Anstrengung steht, liegt wohl hauptsächlich an den klimatischen Verhältnissen, die dem Gedeihen dieser Pflänzchen gar nicht günstig zu sein scheinen. In Lokalitäten, wo man in andern Gegenden ganz sicher auf eine reiche Ernte zählen könnte, findet man sich hier, sowohl in betreff der vorhandenen Individuen- als auch der Artenzahl bitter enttäuscht. Deshalb haben auch Pflanzenfreunde, die, von mir dazu aufgemuntert und nicht auf allen Seiten gehemmt wie ich, mit mehr Aussicht auf Erfolg sich mit Eifer der Sache angenommen, sie aber bald wieder mutlos und enttäuscht fallen lassen.

In den spätern Jahren habe ich manche, sonst regelmässig beobachtete Arten viel spärlicher und seltener, andere gar nicht mehr gefunden. Ob dieser Rückgang nebst kleinern lokalen Veränderungen und Einflüssen in der Hauptsache mit der von den Meteorologen konstatierten Periode grösserer Trockenheit infolge der geringen Niederschlagsmengen im Alpengebiete zusammenhängt? Die ausgesprochene Vermutung, dass diese Trockenperiode ihr Ende erreicht und eine Periode mit viel grösserer Feuchtigkeit ihr folgen werde, scheint durch die mit Beginn dieses Jahres eingetretenen häufigen und enormen Regengüsse und Schneefälle ihre Bestätigung zu finden.

Es müsste interessant sein, das Verhalten der Lebermoose unter veränderten, günstigeren Verhältnissen beobachten und verfolgen zu können; doch dies muss ich nun andern überlassen.

Maienfeld, Februar 1912.

Die Felsenformation des Zürcher Oberlandes.

Von

H. Kägi (Bettswil-Bäretswil).

Die Pflanzendecke der Bergregion des Zürcher Oberlandes gliedert sich der Hauptsache nach in folgende **Formationen:** Aecker und Kunstwiesen, Naturwiesen (inkl. Farnweiden), Voralpenweiden (von 1000 bis 1050 m an aufwärts), Rietwiesen, Bergwald, Felsabhänge. Auch ein Strahl der nordzürcherischen Hügelflora dringt bis ins mittlere Tösstal (Turbenthal und Wyla) vor, und geringe Spuren derselben lassen sich auch am Süd- und Westrande des Gebietes nachweisen. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Formationen an zahllosen Stellen und in mannigfaltigster Weise wieder ineinander übergehen, während sie hinwiederum manchenorts in sehr schöner Weise typisch sich darstellen.

Wohl den geringsten Anteil an der Gesamt-Physiognomie der Gegend nehmen die wenigen Aeckerlein ein, die mit Kartoffeln oder Haber bestellt sind. Das war früher nicht so. Das Ackerland nahm noch vor 50 Jahren einen ganz ansehnlichen Raum ein, und neben Kartoffeln und Haber pflanzte der Bauer noch reichlich Gerste, Korn, Weizen und Flachs. Just die günstigsten Lagen waren dem Ackerbau reserviert, hie und da begegnete man sogar an einem sonnigen Hange einem kleinen Rebberge. In demselben Masse wie das Areal des Ackerlandes abgenommen hat, vergrösserte sich dasjenige der Kunstwiesen, die zwei- bis dreimal jährlich gemäht und, zur Steigerung des Ertrags, fleissig gedüngt werden. Ein grosser Teil der frühern Naturwiesen (Ortheuwiesen) ist infolge der intensiven Bewirtschaftung ebenfalls in Kunstwiesen umgewandelt worden, was manches seltene Gewächs, das eben der Düngung nicht zu widerstehen vermochte, für immer vernichtet hat.

So wirkte die fortschreitende Kultur nivellierend, zerstörend. Eine für den Botaniker sehr betrübende Tatsache; ist er doch ein Freund der freien, selbsttätigen Natur. Die gleichmässige, eintönige, keine bunte Mannigfaltigkeit duldende Vegetation der Kunstwiesen ist nicht nach seinem Geschmack. Für den Pflanzenfreund, der körperliche Anstrengung nicht scheut, bildet es darum einen wahren Genuss, wenn er sich für einige Stunden in die abgelegenen Reviere der Berge, in die Wald- und Felsschluchten zurückziehen kann. Da

ist noch urwüchsige, von jeder Kultur unberührte Natur. Die Vegetation dieser Felsabhänge in ihrer Zusammensetzung und Verbreitung kennen zu lernen, bietet immer neue Reize, ist für den Floristen immer wieder interessant.

Von den eingangs aufgeführten Pflanzengenossenschaften ist es darum gerade die **Felsenformation**, die mich speziell in hohem Grade fesselte und die ich immer genauer kennen zu lernen suchte. Als Felsenformation bezeichne ich nicht nur die Vegetation der eigentlichen Felswände, sondern diejenige der felsigen Abhänge überhaupt. Sie umfasst somit Pflanzen, die felsigen Untergrund als Lebensbedingung erfordern. Dieselben wurzeln entweder direkt in Felsspalten und unterbrechen so in wohltuender Abwechslung das sonst so kahle Grau der Felswände, Felsenpflanzen im engern Sinne, oder sie sind wenigstens, ausschliesslich oder vorzugsweise, Bewohner der wilden, felsigen Hänge, Felsenpflanzen im weitern Sinne.

Es herrscht unter diesen Felsabhängen eine grosse Mannigfaltigkeit. Die lebendige, tätige, immer wechselnde Natur lässt sich nicht in Schablonen zwingen. Der eine Abhang ist der Sonne zugekehrt, ein anderer liegt die längste Zeit im Schatten. Da beobachten wir trockene Felswände, indessen am Abhang gegenüber Quellen und Bächlein über die Felsen rieseln und so dieselben beständig feucht erhalten. Unten in den tiefern Lagen zwischen 700 und 1000 m treffen wir enge, wilde, oft kaum passierbare Erosionsschluchten, während oben an den steilen Gräten von 1100 bis 1300 m die mächtigen Felswände bei günstiger Morgen- oder Abendbeleuchtung weit ins Land hinaus glänzen. Die verschiedenartigsten Verbindungen und Uebergänge kommen vor; die Lokalitäten sind einander oft wohl etwas ähnlich, zeigen aber jede wieder ihren besonderen Typus. Ja, in ein und derselben Felsenschlucht, welch bunter Wechsel tritt uns oft entgegen!

Die Felsenformation nimmt im Verhältnis zu andern Pflanzengenossenschaften nur ein kleines Gebiet in Anspruch. Die Felsabhänge sind gar oft nur von geringer Ausdehnung und verschwinden fast in der Waldformation. Vereinzelte Felsen, über die ein kleiner Bach stürzt, sind ja in Menge vorhanden, aber meist im Walde verborgen. Sie kommen hier kaum in Betracht; denn sie sind gewöhnlich ganz kahl. Aber auch kleinere Felsabhänge, die bereits einige der verbreitetsten Arten aufweisen, finden sich in grosser Zahl. Je mehr nun aber die Abhänge an Ausdehnung zunehmen, desto mehr stellen sich auch die charakteristischen Gewächse der Formation ein, zuerst, wie schon bemerkt, die gewöhnlichen, dann die weniger häufigen und endlich die ganz seltenen. Diese letzteren

treten meist erst an den grossen Felsabstürzen auf, welche 2 bis 5 über einander sich auftürmende Absätze aufweisen und bisweilen eine Gesamthöhe von 100 bis 300 m zeigen. Meistens sind diese Felsabsätze (im Volksmund „Sätze" genannt) durch schmale Rasenbänder getrennt, welche gar nicht oder dann nur mit Mühe und Lebensgefahr betreten werden können. Nicht selten erstrecken sich aber zwischen den einzelnen Abstürzen auch kleine, schmale Terrassen oder doch etwas sanfter abfallende Schutt- und Geröllhalden, die dann dem Botaniker das Eindringen in die Felsreviere gestatten, obwohl auch da noch grosse Vorsicht unerlässlich ist.

Die grosse Mehrzahl der für die Felsenformation in Betracht fallenden Lokalitäten gehört der **Hörnlikette** an, unter welchem Namen ich die ganze östlich vom Tösstale aufsteigende Bergkette zusammenfasse. Die **Allmanngruppe** zeigt nur in ihrem nordöstlichen Teile, der dem Hörnli gegenüberliegt, einige günstige Stellen. Die schroffen Felsabstürze und die gewaltigen Felsenschluchten, die der Hörnlikette eignen, mangeln der Allmannkette oder treten doch nur in „bedeutend reduziertem Masstabe" auf. Diese letztere ist viel zahmer als die erstere, ihre Abhänge zeigen, besonders im Süden im Gebiete des Bachtels und an der Westabdachung, einen viel sanftern Charakter, während sie allerdings gegen das Tösstal, infolge der Erosionstätigkeit der Töss und ihrer Zuflüsse, meist schroff, oft felsig abfallen und so, den Uebergang zur Hörnlikette bildend, auch bereits deren äussere Form annehmen. Die Abhänge der Allmannkette gegen das Tösstal, von der Stelle an, wo die Töss ins Haupttal hinaustritt, bei Boden oberhalb Steg, bis hinunter gegen Bauma, haben also mit der gegenüberliegenden Hörnligruppe grosse Aehnlichkeit, und diese sind es nun vor allem, die für die Besprechung der Felsenformation neben der Hörnlikette noch in Frage kommen. In dieser letztern weisen speziell die Schnebelhorn- und die Hörnligruppe die meisten und besten Lokalitäten auf, während beispielsweise die Westabhänge der Scheidegg- und Schwarzenberggruppe für die Felsenformation nur untergeordnete Bedeutung haben.

Es ist nun sehr beachtenswert, wie nicht nur die Gesamtzahl der Felsenpflanzen, sondern auch die Zahl der seltenen Arten mit der Grösse der Felsabhänge zunimmt, was früher schon kurz angedeutet wurde. Die botanische Bedeutung einer Lokalität wächst mit ihrer Ausdehnung. Daran ändert die Tatsache nichts, dass dann an einer bevorzugten Stelle eine ganze Reihe von „Raritäten" gemischt oder in nächster Nähe beisammen angetroffen werden. Kleinere Felsabhänge sind verhältnismässig gleichförmig, bieten wenig Abwechslung in bezug auf Unterlage, grössere oder geringere Feuchtig-

keit und Insolation. Sie können ausnahmsweise einmal einen seltenen Gast beherbergen, weisen aber meist nur diejenigen Formen auf, die sich durch ein grosses Anpassungsvermögen auszeichnen, somit zu den verbreiteten gehören. Die in der Wald- und Weidevegetation zutage tretende Erscheinung, dass vom Schnebelhorn weg die Zahl der alpinen Vertreter abnimmt, hat speziell für die Felsenformation keine Geltung; da kommt es lediglich nur auf die Bedeutung der Lokalität als solcher an.

Die Gesamtzahl der in Frage stehenden Oertlichkeiten beträgt, unter Weglassung der kleinen, unbedeutenden Abhänge, etwa 50. Hievon entfallen auf den nordöstlichen Teil der Allmannkette 11, auf die Hörnligruppe 8, auf die Hüttkopf-Scheideggruppe 9, auf die Tösstock-Schwarzenberggruppe 7 und auf die Schnebelhorngruppe 15. Da unser Gebiet keine gar grosse Ausdehnung besitzt, ist einleuchtend, dass die Lokalitäten meist nicht weit auseinander liegen. Am schönsten und so recht typisch entwickelt zeigt sich die Felsenformation in folgenden **20 relativ ausgedehnten Felsrevieren**, wobei oft zwei oder drei nahe beisammenliegende Partien zu einer Lokalität zusammengezogen sind. Sie geben in ihrer Gesamtheit ein vollständiges Bild der Felsenflora des Oberlandes.[1])

1. Das Brächtobel auf der Nordseite des Paschlisgipfels zwischen 700 und 1000 m, insbesondere dessen untere Felsschlucht zwischen 700 und 800 m.

2. Der Felsabsturz der „Teufelskanzlen" bei Altegg nebst dem Altegg- und Wallenbachtobel bis zum „Tännler".

3. Die Felsen des Schlosskopfs westlich ob Steg mit der Felsschlucht des Lenzertobels.

Diese drei Reviere gehören der Allmannkette an.

4. Die Hörnligübel auf der Nordwestseite des Hörnli, ein mächtiger Felsabsturz von 300 m Höhe, zwischen 800 und 1100 m.

5. Die beiden Felsschluchten auf der Ostseite des Hörnli gegen Hinterstorchenegg, 850—1000 m.

6. Der gewaltige Felsabsturz auf der Ostseite des Hochgrats ob dem Murgtobel (Bruderwald), 850—1000 m, am weitesten nach Nordosten vorgeschobener Posten der Felsenformation, auf St. Galler Gebiet, aber ganz nahe der Thurgauer Grenze.

7. Die zerstreuten Felspartien auf der Nordseite des Hüttkopfs bis gegen Burri und hinunter zur Töss, 760—1100 m.

8. Die untersten Hänge der Scheidegg und des Hüttkopfs gegen die vordere Töss, zwischen 800 und 950 m.

[1]) Siehe Übersichtstabelle folgende Seiten.

Uebersicht über die Felsenflora des Zürcher Oberlandes und der angrenzenden st. gallischen Gebiete.

Felsenpflanzen Alpine Arten sind fett gedruckt.	Allmann Gr.			Hörnli Gr.			Huttkopf Tösstock-Gr.						Schnebelhorn-Gruppe								Kreuzegg-Gruppe		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Bachtobel	Teufelskanzeln	Schlosskopf	Hörnligipfel	Hörnli-Ostseite	Hochgrat	Huttkopf N.-Seite	Hütth. V.-Töss	Tösstock Spitz	Tösst. Nordseite	Welschberg Süd	Welschb. H.-Töss	Hint.-Töss-Felsen	Becher-Fuchsl	Frühtobel	Wartenhöhe N.	Leutobel	Rothengubel	Schindelbeghöhe	Russegg N. u. O.	Kreuzegg-Ebel	Tweralpspitze	Int. Tweralpboden
1. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.	.		.		.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
2. **Cystopteris montana** (Lam.) Desv.		.	.	.			.	.	.		.	.	.	.		.	.	.	.		.	.	+
3. *Dryopteris Robertiana* (Hoffm.) Christens.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	+		+	.	+	+	+
4. **Dryopteris Lonchitis** (L.) O. Kuntze	.	.	.	.	.			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5. **Phyllitis Scolopendrium** (L.) Newm.		.	.	.	.	.	.		.	+	.	.	.	.	.	+	.		.	.	.	.	.
6. *Asplenium Trichomanes* L.	.			.	.	.	+	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7. **Asplenium viride** Hudson	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	
8. *Asplenium Ruta muraria* L.	.		.	.	.	.		+		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.
9. **Sesleria coerulea** (L.) Ard.	.	+	+	.	+	.		.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	+	+	.
10. *Festuca amethystina* L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.
11. **Carex brachystachys** Schrank	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
12. „ **ferruginea** Scop.		.	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+	+
13. „ **sempervirens** Vill.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	.	+
14. *Anthericum ramosum* L.	.		.		.	+		.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
15. *Convallaria majalis* L.	.	.	+	+		+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.
16. **Thesium alpinum** L.	+	.	+	.	.	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+
17. **Ranunculus alpestris** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
18. *Carex alba* Scop.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19. **Kernéra saxatilis** (L.) Rchb.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
20. *Arabis arenosa* (L.) Scop. (Nur Stoffel)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21. **Saxifraga Aizoon** Jacq.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.
22. „ **mutata** L.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23. „ **aizoides** L.	.	+	+	+	.	.	+		.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+
24. „ **mutata** L. × **aizoides** L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25. *Cotoneaster tomentosa* (Ait.) Lindl.	+	.	.		+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	.		.	.

26. *Amelanchier ovalis* Medicus	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	.
27. **Potentilla caulescens** L.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	.	+	+	.	+	.	+
28. **Dryas octopetala** L.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.
29. **Ribes alpinum** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30. **Coronilla vaginalis** Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
31. *Acer platanoides* L.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
32. **Viola biflora** L.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
33. **Pleurospermum austriacum** (L.) Hoffm.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
34. *Seseli Libanotis* (L.) Koch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
35. **Laserpitium latifolium** L.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	+
36. **Rhododendron hirsutum** L.	+	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.	.
37. „ **ferrugineum** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
38. **Erica carnea** L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.
39. **Primula Auricula** L.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+
40. **Soldanella alpina** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.
41. **Gentiana lutea** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
42. „ **Clusii** Perr. et Song.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	.		+	+	.	.	.
43. *Vincetoxicum officinale* Mönch	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
44. **Pinguicula alpina** L.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45. **Bartsia alpina** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
46. **Tozzia alpina** L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
47. **Euphrasia salisburgensis** Funk	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	+
48. **Globularia cordifolia** L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
49. **Valeriana tripteris** L.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.
50. **Campanula cochleariifolia** Lam.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.
51. **Adenostyles glabra** (Miller) DC.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.
52. **Petasites niveus** (Vill.) Baumg.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
53. **Carduus defloratus** L.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+
54. **Hieracium bupleuroides** Gmel.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+		.	.	.	.	.	+	.	.
55. „ **humile** Jacq.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
56. „ „ ssp. **lacerum** Reut.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
57. „ **cryptadenum** A. T.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.
58. „ **Berardianum** A. T.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
	20	19	22	28	18	20	23	25	24	25	23	21	20	22	**32**	23	27	28	**34**	26	27	20	23

9. Die Felsschlucht der vordern Töss zwischen Tössstock und Poalp, besonders die Felswand am Südwestfusse des Tösstockes, 880—1050 m.

10. Die Ost- und Nordabhänge des Tösstocks zur hintern und vordern Töss, typische Schattenabhänge der Erosionsschluchten, zwischen 800 und 950 m.

11. Der ganze Südostabsturz des Schwarzenbergs und Welschenbergs von den obersten Felspartien bei 1200 und 1300 m bis hinunter in die Felsschlucht des Gübelwalds, 870 m.

12. Die feuchten Felsabhänge links ob der hintern Töss samt den Felspartien am Nordostabhange des Welschenbergs gegen Verch, von 1300 bis 850 m hinab.

13. Die Felsschluchten der hintern Töss rechts „bei der Brücke" und beim Ribelboden zwischen 900 und 1000 m.

14. Die Felsabhänge rechts ob der Töss von der Tössscheide an abwärts, besonders die Felsschlucht beim Vorderbeicher nebst dem Fuchstobel, 760—960 m.

15. Die grossartige Felsschlucht des Frühtobels zwischen 840 und 1020 m, hufeisenförmig nach Westen sich öffnend, also Sonnen- und Schattenhänge zugleich enthaltend, neben der Schindelbergerhöhe die reichste Lokalität.

16. Der Nordabhang der Wartenhöhe bis gegen Thierhag zwischen 1080 und 1180 m.

17. Die Leutobelschluchten, linksseitig bis unterhalb Fülliweid und rechtsseitig unterhalb Baurenboden und Grossegg, 850—1000 m.

18. Die Felsabhänge des Rothen, vor allem die weitausschauenden Felswände auf der Süd- und Südwestseite, Rothengübel genannt, von 1100 bis unter 900 m hinab.

19. Der berühmte, reiche Nordostabhang der Schindelbergerhöhe von 1050—1260 m samt den etwas tiefer gelegenen und weiter gegen das Schnebelhorn vorgeschobenen Felsen des Gobelrütiwalds.

20. Die Ost- und Nordabhänge der Russegg bis zum Hof Schindelberg von 1000—1230 m, typische Schattenabhänge der subalpinen Region.

Ausserordentlich lange bleibt der Schnee an den vorgenannten Abhängen (19 und 20) liegen, in der Regel bis Ende Mai oder Anfang Juni. In den tiefen Runsen, die unterhalb der Felswände vom Wasser ausgewaschen worden sind, wie auch auf den schmalen Terrassen am Fusse senkrechter, nach Norden schauender Wände häufen sich oft enorme Schneemassen an. So hielten sich beispiels-

weise in den Jahren 1906 und 1907 die letzten Reste bis Mitte resp. Ende Juli.

Von den 20 aufgeführten Lokalitäten, die ich alle genau durchsucht habe, gehören 13 dem Kanton Zürich an, die übrigen (6, 9, 11, 12, 13, 19, 20) sind st. gallisch; 16 derselben liegen im Tössgebiet, 8 in der Schnebelhorngruppe.

Der Vollständigkeit halber und zur Vergleichung schliesse ich an die obgenannten noch die bedeutendsten Felsreviere der Kreuzegg-Gruppe an.

21. Der schroffe, wilde Ostabhang der Haberrütihöhe (Ebel) südwärts übergehend in die Brüche der eigentlichen Kreuzegg auf der Ost- und Westseite, von allen Felsgebieten das ausgedehnteste, 1000—1300 m.

22. Die Gräte und Felspartien der obern Tweralp mit der höchsten Erhebung des Gebietes, dem Tweralpspitz, 1335 m.

23. Die schroff abfallenden Felsgräte der untern Tweralp und die wilde, mehrfach abgestufte Rotsteinschlucht, von 1250 bis 950 m hinunter.

So bekämen wir im ganzen zur Vergleichung und Gegenüberstellung 23 Felsreviere.

Bevor ich indessen etwas näher auf dieselben zu sprechen komme, möchte ich noch einen Punkt berühren, der für die Felsenpflanzen von nicht unwesentlicher Bedeutung ist, nämlich die **Verwitterung**. Ich habe auf meinen zahlreichen Exkursionen in die verschiedenen Felsschluchten zur Genüge beobachten können, wie sehr unsere Nagelfluhfelsen der Zerstörung ausgesetzt sind. Unablässig nagt der „Zahn der Zeit" an ihnen, ununterbrochen bröckeln Geröllstücke ab, lösen sich kleinere und grössere Felsstücke los, ja sogar grosse Felsblöcke und ganze Wände stürzen in die Tiefe und bilden oft ein wirres Durcheinander. Auf den gewaltigen Felssturz der Kreuzegg komme ich nachher noch zu sprechen. Aber auch an andern Felshängen wiederholen sich solche Felsstürze, nur eben in viel geringerem Grade, so dass sie meist unbeachtet bleiben. Dieses Abrutschen und Abstürzen grosser Felsmassen ist indessen für die Fortexistenz seltener Felsenpflanzen weniger gefährlich als das langsame, kontinuierliche Loslösen des Gesteins an der Felsenfront, wobei eben der Fels als solcher zerstört wird. Besonders beim Auftauen im Frühling lösen sich die vom Winterfrost abgesprengten und gelockerten Felsstücke in grosser Zahl und häufen sich so im Laufe der Jahre unterhalb der Felsen zu grossen Schutt- und Geröllhalden an. Nicht überall besitzen die Felsen die gleiche Widerstandskraft.

Manche sind verhältnismässig hart und fest zusammengekittet und scheinbar unangreifbar: hat aber die Zerstörung einmal begonnen, so schreitet sie nur um so schneller fort.

Gerade das Gebiet der dislozierten Molasse zeigt diese Zertrümmerung, Zerstörung in auffallend hohem Grade, während sie an den Felsabhängen der ungestörten Molasse viel weniger stark zutage tritt. Die nördlicher liegenden Felsgebiete bis zum Tösstock und zur Schindelbergerhöhe zeigen die ungestörten, horizontalen Schichten, dann folgt ein Uebergangsgebiet von der Schindelbergerhöhe über die Russegg bis zur Haberrütihöhe (Ebel), in welchem die ursprüngliche Lagerung der Schichten bereits mehr oder weniger gestört ist. Die Kette Welschenberg-Schwarzenberg-Guntliberg, die auch in dieses Uebergangsgebiet gehört, zeigt schon deutlich das allmähliche Aufsteigen der Schichten von Nordwesten her und den Steilabfall der Felsköpfe gegen Südosten. Die Felsabhänge der Kreuzegggruppe sind dann eigentlich charakteristisch für die gestörte Molasse: Auf der einen Seite (meist Nordwest) die mässig ansteigenden Weiden, oben die ganz schmalen Gräte und auf der andern Seite der Absturz. Typisch vor allem ist die Kette Tweralp-Rotstein. Der Steilabsturz derselben ist aber etwas verschieden von den senkrechten Felswänden der ungestörten Molasse, für welche das Frühtobel oder die Rotengübel als Typus gelten können. Der Steilabfall der dislozierten Molasse ist ein abgestufter, unterbrochener; drei, vier und mehr schmale Terrassen, die selber wieder, dem Verlauf der Schichten gemäss, schief aufsteigen, unterbrechen den Absturz, denselben somit in eine grössere Zahl kleinerer, 10—30 m hoher Absätze auflösend. Dem aufmerksamen Beobachter wird nicht entgehen, dass diese schmalen Kämme, die kahlen, exponierten Gräte, die vom Humus fast ganz entblössten Felsterrassen den mächtig wirkenden Faktoren der Verwitterung viel mehr preisgegeben sind als die in dieser Beziehung bedeutend besser geschützten Felswände der ungestörten Molasse. Hier kann die Verwitterung doch nur am fast senkrechten Abhang selber wirken; eine mächtige Schicht Erde deckt den eigentlichen Fels und schützt ihn. Das Wasser fliesst an den senkrechten Wänden auch schneller ab, während es auf den Terrassen der gestörten Molasse viel länger liegen bleibt, in die Spalten eindringt und so beim Gefrieren die Felsen auseinandersprengt.

Tatsächlich zeigen sich denn auch sämtliche grösseren Felsabhänge der Kreuzegg-Tweralpgruppe so enorm verwittert, eigentlich zerstört, dass man beim Eindringen in dieses Felsgewirr oft kaum weiss, wohin man den Fuss setzen will, und grosse Vorsicht ist

nötig, will man nicht riskieren, Arme und Beine zu brechen. Ueberall liegen kleinere und grössere Felsstücke und grosse Blöcke bunt durcheinander, und zwischen denselben befinden sich mehr oder minder tiefe Spalten, Löcher, Absätze, die sorgfältig vermieden werden müssen.

Am grossartigsten zeigt sich der eben geschilderte Zustand an der Kreuzegg selbst, wo eigentliche und grosse Felsstürze stattgefunden haben sowohl auf der Ost- als auch auf der Westseite, wo wir nun statt der Felsabhänge eben ein ausgedehntes Trümmerfeld von Felsblöcken antreffen. Wie ich mir von Augenzeugen habe sagen lassen, soll der nordwestliche Absturz, jetzt „abgebrochener Berg“ oder „die Brüche“ genannt, im Jahre 1845 stattgefunden haben, während der östliche viel früher erfolgte. Auch am Tweralpspitz, der entschieden etwas höher gewesen sein muss, betreten wir ein altes Abbruchgebiet, das verraten die, jetzt allerdings zum Teil verwachsenen, Blöcke noch deutlich genug. Ebenso zeigt das obere „Hugenalpli“ in der Schwämmligruppe mit seinen zahlreichen, durch die Weide zerstreuten, aber fast ganz verwachsenen Felsblöcken die Reste eines alten Absturzes. Dasselbe lässt sich auf der Nordseite des Kegelbodens beobachten. Diese Beispiele aus der Kreuzeggruppe mögen genügen, obschon sie leicht vermehrt werden könnten. Auch an einzelnen Stellen des Uebergangsgebietes, so im Gübelwald am Südabhange des Welschenbergs und auf der Nordseite des Guntlibergs lassen sich ähnliche Verhältnisse nachweisen.

Wie viel fester, widerstandsfähiger zeigen sich dagegen die Felsabhänge der nördlicher liegenden Gebiete, besonders der Schnebelhorngruppe. Da erblicken wir noch die Abhänge, die Felswände, wie sie wohl vor Jahrhunderten schon werden ausgesehen haben, so beispielsweise an der Schindelbergerhöhe, am Rothen, im Frühtobel. Die horizontale Lagerung der Schichten hat ein Abrutschen der Felsen im grossen, wie es uns in der Kreuzgruppe vor Augen tritt, verunmöglicht. Gewiss und selbstverständlich haben auch an den Felsabhängen der ungestörten Molasse Erosion und Verwitterung gearbeitet und kleinere Veränderungen dieser und jener Art sind dabei vor sich gegangen, aber sie sind im Vergleich zu denjenigen der gehobenen nicht bedeutend.

Für die Erhaltung der Felsenpflanzen an ihren ursprünglich innegehabten Lokalitäten ist es nicht ganz gleichgültig, inwieweit die Verwitterung an denselben vorgeschritten ist. Man kann diesen Faktor vielleicht überschätzen; doch ist es sicher, dass einzelne Felsenpflanzen vor Jahrhunderten noch an Stellen vorgekommen sind, wo sie gegenwärtig fehlen. Ihre Zahl wird ja nicht gerade gross sein; aber wenn eine Pflanze an einem Abhange nur

spärlich wuchs, ein Beweis, was für einen schweren Kampf ums Dasein sie so schon zu bestehen hatte, wie wenig brauchte es doch, um sie bei fortschreitender Verwitterung ganz zum Verschwinden zu bringen. Am meisten bedroht waren und sind jetzt noch die an der Peripherie des Verbreitungsgebietes einer Art liegenden Stellen, die so wie so nur das Minimum dessen aufweisen, was dieselbe zu ihrer Existenz nötig hat. Die meisten Felsenpflanzen sind allerdings glücklicherweise sehr genügsame und widerstandsfähige Arten, die jeden Fuss breit Boden hartnäckig verteidigen. Diesem Umstande mag es zuzuschreiben sein, dass trotz allen schädigenden Einflüssen noch eine ordentliche Zahl derselben in unserm Berggebiete sich erhalten hat.

Zu denjenigen Arten, deren Fortexistenz an einzelnen Stellen bedroht ist, gehören *die beiden Alpenrosen, die herzblättrige Kugelblume, die Dryade, das langstengelige Fingerkraut, die scheidige Kronwicke und einige Habichtskräuter.* So befindet sich beispielsweise bei Bräch-Bäretswil noch ein Busch der bewimperten Alpenrose, wo früher mehrere standen. Auch der letzte ist bedroht und wird gleich den andern durch Abrutschen der Erde zugrunde gehen. Im Orflentobel-Fischenthal treffen wir zwei, am „Tännler"-Bäretswil gar nur ein kleines Polster der Kugelblume. Wie bald wären sie doch vernichtet! Die Beispiele liessen sich vermehren. Vergeblich sucht man jetzt am „Tännler"-Bäretswil die einst dort beobachtete Dryas octopetala L.

Und wenn dann gar noch Wurzelgräber, Kräuter- und unverständige Blumensammler durch Ausgraben der Wurzeln, Ausreissen von Stöcken die Existenz einer seltenen Pflanze gefährden! Ich denke da an das massenhafte und rücksichtslose Sammeln von Alpenrosen, Enzianen, Frühblumen, Arnika usw. Die kantonale Verordnung betreffend Pflanzenschutz könnte, wenn richtig gehandhabt, hier nur wohltätig wirken.

Uebergehend endlich zur **Besprechung der Gewächse**, welche die geschilderten Lokalitäten bewohnen, muss ich bemerken, dass eine scharfe Ausscheidung mehr oder minder der Willkür unterworfen ist. In nebenstehender Uebersicht habe ich, unter Weglassung der gewöhnlichen verbreiteten Arten, die Felsenflora zusammengestellt. Es finden sich darin einige Spezies wie *Acer platanoides* L., *Adenostyles glabra* (Miller) DC., *Rhododendron ferrugineum* L., *Tozzia alpina* L., die auch als Waldpflanzen bezeichnet werden können, *Gentiana Clusii* Perr et Song., die auch auf trockenem Weideboden sich befindet, besonders aber *Bartsia alpina* L. und *Soldanella alpina* L., die sonst Weidepflanzen sind, an der Schindel-

bergerhöhe und an der Russegg aber auch zahlreich die Felsabhänge schmücken, ja direkt die feuchten Felsen bekleiden.

Im ganzen sind 58 Arten aufgenommen worden, von denen 13, fast ein Viertel von allen, als verbreitet betrachtet werden können, da sie fast an allen Abhängen wiederkehren. Es betrifft dies folgende Spezies: *Dryopteris Robertiana* (Hoffm.) Christens., *Asplenium viride* Huds., *A. Ruta muraria* L., *Sesleria cærulea* (L.) Ard., *Convallaria majalis* L., *Thesium alpinum* L. (meist in der var. *tenuifolium* Sant.), *Saxifraga mutata* L., *S. aizoides* L., *Pinguicula alpina* L., *Valeriana tripteris* L., *Campanula cochleariifolia* Lam., *Adenostyles glabra* (Miller) DC. und *Carduus defloratus* L. 37 Arten habe ich als die seltenern, als „Raritäten", ausgeschieden, weil sie eben das Hauptinteresse beanspruchen und für den Kanton Zürich selten sind, zum Teil ja auch erst in den letzten Jahren entdeckt wurden. Dahin gehören *Cystopteris montana* (Lam.) Desv., *Dryopteris Lonchitis* (L.) O. Kuntze, *Phyllitis Scolopendrium* (L.) Newm., *Festuca amethystino* L., *Carex brachystachys* Schrk., *C. ferruginea* Scop., *C. sempervirens* Vill., *Anthericum ramosum* L., *Ranunculus alpestris* L., *Kernéra saxatilis* (L.) Rchb.. *Arabis arenosa* (L.) Scop. (nur am Stoffel), *Saxifraga Aizoon* L., *S. mutata* L. × *aizoides* L., *Potentilla caulescens* L., *Dryas octopetala* L., *Ribes alpinum* L., *Coronilla vaginalis* Lam., *Viola biflora* L., *Pleurospermum austriacum* (L.) Hoffm., *Seseli Libanotis* (L.) Koch, *Rhododendron hirsutum* L., *Rh. ferrugineum* L., *Erica carnea* L., *Primula Auricula* L., *Soldanella alpina* L., *Gentiana lutea* L., *G. Clusii* Perr et Song., *Bartsia alpina* L., *Tozzia alpina* L., *Euphrasia salisburgensis* Funk, *Globularia cordifolia* L., *Petasites niveus* (Vill.) Baumg., *Hieracium bupleuroides* Gmel., *H. humile* Jacq. und dessen Subspezies *H. lacerum* Reut., *H. Berardianum* Arv. T., Subspezies von *H. amplexicaule* L., *H. cryptadenum* Arv. T. = *H. humile* Jacq. × *H. villosum* L., welch letzteres früher kurzweg für *H. villosum* L. genommen wurde. Wieder etwas weiter verbreitet sind die letzten 8 Arten: *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Asplenium Trichomanes* L., *Carex alba* Scop., *Cotoneaster tomentosa* (Ait.) Lindl., *Amelanchier ovalis* Medic., *Acer platanoides* L., *Laserpitium latifolium* L., *Vincetoxicum officinale* Mönch.

Der Grundstock unserer Felsenpflanzen, drei Viertel, 44, besteht aus alpinen Arten; dazu kommen eine Anzahl mit mehr montanem Charakter, und ganz wenige bevorzugen die Ebene. Eine ansehnliche Zahl derselben kehrt auch in der Hügelformation wieder, wie sie sich im mittlern Tösstale und am Südrande

unseres Gebietes ausgebildet hat. Die Lokalitäten der Hügelformation sind denjenigen der Felsenformation etwas ähnlich; ja an einzelnen Stellen gehen sie völlig ineinander über, wie das mehrfach in der Hörnligruppe zu beobachten ist. Die warmen, südlich exponierten Felsabhänge besitzen demnach einzelne Arten, deren Hauptverbreitungsgebiet die trockenen Hügel der wärmern Gebiete sind. Hierher zählen vor allen *Vincetoxicum officinale* Mönch und *Anthericum ramosum* L., zum Teil auch *Convallaria majalis* L., *Carex alba* Scop., sowie die Sträucher *Amelanchier ovalis* Medic. und *Cotoneaster tomentosa* (Ait.) Lindl.

Unsere Felsabhänge liegen der Hauptsache nach in zwei von Südosten nach Nordwesten verlaufenden Reihen. Die bedeutendere derselben erstreckt sich von der Kreuzegg über Russegg und Schindelbergerhöhe zur Wartenhöhe und von da hinunter einerseits ins Frühtobel, andererseits zum Leutobel und Rothen, die andere vom Welschenberg durch die Tösschluchten bis an die Nordabhänge der Hüttkopfkette. Diese letztern besitzen, mit Ausnahme der Welschenberg- und Schwarzenbergfelsen, als Erosionsschluchten eine verhältnismässig tiefe Lage. Ueberhaupt schwankt die Höhenlage der verschiedenen Felsreviere zwischen 700 und 1300 m. Die meisten liegen zwischen 800 und 1100 m; nur die Welschenberg-Schwarzenbergfelsen sowie die Felsabhänge der Hauptkette von der Tweralp und Kreuzegg bis zum Schnebelhorn und der Warte erheben sich bis über 1200 m. Indessen hat die relativ geringe Höhendifferenz von 300—500 m keinen nennenswerten Einfluss auf die Zusammensetzung der Felsenflora. Nur den hochgelegenen Gratabhängen gehören an: *Cystopteris montana* Desv., *Ranunculus alpestris* L., *Soldanella alpina* L., *Kernera saxatilis* (L.) Rchb. und grösstenteils auch *Bartsia alpina* L. und *Tozzia alpina* L., während die übrigen in ihrer Verbreitung durchaus nicht von der Höhenlage abhängig sind. Ja einige derselben bevorzugen augenscheinlich die tief gelegenen Felsschluchten, so die *Hieracien*, dann *Carex brachystachys* Schrk. und besonders *Petasites niveus* Baumg., dessen zahlreiche Standorte mit einer einzigen Ausnahme unter 920 m liegen.

Eine genaue Durchforschung der Felsabhänge des ganzen Gebietes hat ergeben, dass diejenigen der Schnebelhorngruppe durchaus die reichsten sind und dass besonders die ausgedehnte Kreuzegggruppe nicht nur in der Zahl bedeutender Felsabhänge, sondern noch mehr, was die Zahl der Felsenpflanzen selber betrifft, bedeutend zurücksteht. Eine ansehnliche Reihe der in der Schnebelhorngruppe vertretenen, z. T. nicht einmal gar seltenen Spezies geht dem Kreuzegg-

Gebiet ganz ab oder ist doch nur an einer einzigen Stelle zu treffen. Eine vergleichende Gegenüberstellung der einzelnen Gebiete möge hier noch folgen und uns den Beweis für obige Behauptung liefern.

	Felsenpflanzen		
	im ganzen	Raritäten	alpine Arten
1. Schnebelhorn-Gruppe	50	31	39
2. Schwarzenberg-Tösstock-Hüttkopf-Gruppe	41	22	32
3. Kreuzegg-Gruppe	35	18	29
4. Allmann-Gruppe	34	15	24
5. Hörnli-Gruppe	33	13	22
Ganzes Gebiet	58	37	44

Es mögen ja durch weitere Untersuchungen in der Kreuzegg-Gruppe noch ein paar Vertreter zu den bisherigen hinzukommen. Gross wird aber ihre Zahl unter keinen Umständen werden, nachdem sich herausgestellt hat, dass gerade die bedeutendsten Felsgebiete dieser Gruppe nicht das enthielten, was man sich von ihnen versprochen hatte. Einzig der dem Schnebelhorngebiet noch am nächsten liegende äusserst wilde Felsabsturz der Haberrütihöhe (Ebel) weist sich als eine ganz gute Lokalität aus.

Das Fehlen so mancher Felsenpflanze an den Abhängen des Kreuzegg-Tweralpreviers hat nach meinem Dafürhalten seinen Grund in der etwas andern physikalischen Beschaffenheit derselben gegenüber denjenigen der ungestörten Molasse, wie früher schon bemerkt worden ist.

Fassen wir diese Beobachtungen in einige Sätze zusammen, so ergibt sich:

1. Die Schnebelhorngruppe bildet den Mittelpunkt für die Felsenflora des ganzen Gebiets.

2. Sie hat, trotz der gegenüber der Kreuzegg-Gruppe etwas geringeren Höhe und Ausdehnung und trotz der bedeutend grössern Entfernung vom alpinen Ausstrahlungsgebiet, die grossartigsten und für die Erhaltung der Felsenflora günstigsten Lokalitäten.

3. Von diesem Mittelpunkte (Schindelbergerhöhe-Leutobel-Frühtobel-Rothen) aus nehmen die Felsabhänge an Bedeutung und Reichhaltigkeit ihres Pflanzenkleides ab.

4. Eine kleinere Zahl Felsenpflanzen ist nur auf dieses Revier beschränkt, und die Gesamtzahl der Arten nimmt von demselben nach allen Seiten ab.

Die reichsten Lokalitäten des ganzen Gebietes sind die **Schindelbergerhöhe** und das **Frühtobel.** Erstere bildet eine merkwürdige Vereinigung von Felsen-, Wald- und Weideformation, weist nur an Felsenpflanzen allein mehr Arten auf als alle übrigen Abhänge, besitzt aber dazu noch die meisten im Gebiete vertretenen Wald- und Weidepflanzen. Das Frühtobel kann als schönster und neben der Schindelbergerhöhe reichster Typus unserer Felsenformation gelten, indem es alle möglichen Verbindungen von trockenen und nassen, sonnigen und schattigen Felsen besitzt, alle Uebergänge von den heissen Südabhängen zu den kühlen Nordabhängen aufweist, alles in verhältnismässig tiefer Lage. Mit diesen beiden Abhängen verglichen zeigen alle übrigen eine erhebliche Abnahme der Artenzahl und speziell auch eine Verminderung der seltenen Spezies. In zweiter Linie wären dann zu nennen die Hörnligübel und Rothengübel, sowie die Leutobelschluchten und der Felsabhang der Haberrütihöhe. Besonders merkwürdig sind die beiden ersteren, welche dank ihrer Grossartigkeit und bedeutenden Ausdehnung, trotz ihrer weit nach Norden vorgeschobenen, dem subalpinen Gebiet bereits entrückten Lage, zu den bevorzugten botanischen Lokalitäten zählen.

Im allgemeinen zeigt das Pflanzenkleid aller Felsabhänge grosse Aehnlichkeit, indem eine erhebliche Zahl von Arten fast an allen in Frage stehenden Oertlichkeiten wiederkehrt und meist in grosser Individuenzahl auftritt. Vergleichen wir sie noch etwas genauer miteinander. Es zählen:

	Hauptfelsabhänge	Felsenpflanzen		
		im ganzen	Raritäten	alpine Arten
1.	Paschlisgipfel-Brächtobel	20	3	13
2.	Teufelskanzlen-Altegg	19	5	14
3.	Schlosskopf-Lenzertobel	22	7	15
4.	Hörnligübel	28	10	20
5.	Hörnli, Ostseite	18	3	13
6.	Hochgrat-Murgtobel	20	5	12
7.	Hüttkopf, Nordseite	23	6	17
8.	Hüttkopf-Scheidegg-vord. Töss	25	8	19
9.	Tösstock-Poalp	24	7	18
10.	Tösstock, Nord- und Ostseite	25	10	21
11.	Welschenberg-Schwarzenberg, Südostseite	23	9	19
12.	Welschenberg-hint. Töss	21	7	18
13.	Hint. Töss rechts (Ribelboden, „b. d. Br.“)	20	6	17

Hauptfelsabhänge	Felsenpflanzen im ganzen	Raritäten	alpine Arten
14. Beicher-Fuchstobel	22	6	17
15. **Frühtobel**	**32**	**14**	23
16. Wartenhöhe, Nordseite	23	10	20
17. Leutobelschluchten	27	10	20
18. Rothengübel	28	11	20
19. **Schindelbergerhöhe**	**34**	**17**	**27**
20. Russegg, Nord- und Ostseite	26	13	24
21. Haberrütifelsen-Kreuzeggbrüche	27	11	22
22. Tweralpspitz und Umgebung	20	7	17
23. Untertweralp-Rotsteinschlucht	23	8	19

Stellen wir zwei beliebige Lokalitäten einander gegenüber, so ersehen wir, dass sie in der Regel $^2/_3$—$^3/_4$ ihrer Arten gemeinsam haben, nur ausnahmsweise bloss die Hälfte. Zur Seltenheit kann ein reicher Abhang auch einmal sämtliche Spezies eines andern besitzen, z. B. das Frühtobel alle 20 des Hochgrats oder die Schindelbergerhöhe sämtliche der Russegg bis auf eine. Es wird uns auffallen, wie ähnlich gerade die zwei letztgenannten Stellen sind und wie sich dieselben als Nord- und Ostabhänge von subalpinem Typus durch das gemeinsame Vorkommen von *Ranunculus alpestris* L., *Soldanella alpina* L., *Bartsia alpina* L. von allen andern Lokalitäten bestimmt unterscheiden. Die Schindelbergerhöhe ist nun allerdings noch viel bedeutender und reicher als die Russegg. Sie weist neben den Russeggpflanzen noch eine Reihe anderer Arten auf, die an den weiter nördlich und westlich gelegenen Abhängen wiederkehren, aber der Russegg abgehen. So kennzeichnet sie sich als ein Uebergangsgebiet, welchem Umstande wohl, neben der Grossartigkeit der Lokalität als solcher, auch ihr Pflanzenreichtum zu verdanken ist. *Festuca amethystina* L. geht südlich nicht über die Schindelbergerhöhe hinaus, wohl aber steigt es ins Libingertobel hinab. *Globularia cordifolia* L. fehlt ebenfalls weiter südlich, um erst auf der Alp Gross-Rotstein in der Tweralpgruppe nochmals aufzutauchen. Die schon genannten *Ranunculus alpestris* L., *Soldanella alpina* L., *Bartsia alpina* L. und *Tozzia alpina* L. gehen auf dem Bergkamme südlich nicht über die Russegg hinaus und mangeln also dem Kreuzeggrevier völlig. Auch *Carex sempervirens* Vill. besitzt von dem Haberrütifelsabhang weg nach Süden keinen Standort mehr bis auf die Südseite der untern Tweralp. Der Ostabhang der Russegg beherbergt als Seltenheit *Cystopteris montana* Desv., den Berg-Blasenfarn, der am Nordabhange der Wartenhöhe (zürcherisch) nochmals an zwei nahe beisammenliegenden Stellen auftaucht. Auch

diese beiden Abhänge sind einander sehr ähnlich; die Russegg enthält von den 23 Felsenpflanzen der Wartenhöhe alle bis auf drei. Es möge hier gleich noch eingeschaltet werden, dass ich *Cystopteris montana* Desv. auch auf Untertweralp, sodann am Schorhüttenberg nordwestlich vom Speer, ferner am Grat südlich ob der Herrenalp, östlich vom Speer und endlich am Grat des Schäniserbergs nachgewiesen habe. Es besteht demnach ein Zusammenhang mit dem alpinen Verbreitungsgebiet mit nicht allzu grossen Lücken.

Den drei genannten Schattenabhängen der obern Region stelle ich nun noch zwei solche aus der untern, der Erosionsschlucht der Töss, gegenüber, nämlich die Tösstockabhänge und die untern Stufen der Hüttkopfabhänge links ob der Töss. Diese beiden sind einander wiederum ausserordentlich ähnlich, besitzen sie doch 20 gemeinsame Arten; aber auch ihre Verwandtschaft mit den erstgenannten Gratabhängen (Russegg und Wartenhöhe) ist augenscheinlich. Charakteristisch für diese Schattenabhänge sind vor allem die Alpenrosen, dann *Carex ferruginea* Scop. und *brachystachys* Schrk., zum Teil auch *Dryas* und *Phyllitis Scolopendrium* (L.) Newm.

Ausgeprägte Sonnenhänge sind nur die eigentlichen Rothengübel (Süd- und Südwestseite) und die Südostabhänge des Schwarzen- und Welschenberggrates, während alle andern mehr oder weniger einen Wechsel von sonnigen und schattigen Stellen zeigen. Natürlich sind die Unterschiede in der Vegetation der typischen Sonnen- und Schattenhänge am grössten, aber doch lange nicht so gross, wie man auf den ersten Blick vermuten würde. Nur die ausgeprägten Schattenpflanzen meiden die genannten Sonnenhänge und umgekehrt. Der südlich exponierte, vor rauhen Winden geschützte Felsabhang des Welschenberggrats ist trotz seiner 1200—1300 m Höhe so heiss und trocken, dass einige Felsenpflanzen, die sonst nicht selten sind, wie z. B. *Saxifraga mutata* L., *Primula Auricula* L., es dort nicht aushalten. Sehr bezeichnend ist es auch, wie an jenem steilen Hange am Fusse der Felswände bei 1200—1250 m Höhe *Vincetoxicum officinale* Mönch und *Teucrium chamaedris* L. noch ganz üppig gedeihen, ähnlich wie an den trockenen Abhängen der Kalkalpen. Nirgends sonst in unserer nördlichen Nagelfluhregion steigen diese beiden Gewächse so hoch in die Voralpen; sie weisen sich an diesem vom übrigen Verbreitungsgebiet ziemlich weit entfernten Posten als ausgesprochene Föhnpflanzen aus. Wahrscheinlich liessen sich noch einige Pflanzen sonniger Felsabhänge in diese Kategorie einreihen.

Die Frage betreffend Neuansiedlung von Pflanzen will ich nur kurz streifen. Felsabhänge, die durch Abrutschen der Erde blossgelegt wurden, also sozusagen neu sind, bleiben lange kahl; schliesslich

fassen aber doch einzelne in der Nähe vorkommende, verbreitete Pflanzen wie *Campanula cochleariifolia* Lam., *Saxifraga aizoides* L., *Asplenium Ruta muraria* L. etc. festen Fuss. Aber auch seltenere Pflanzen mit feinen, für Windtransport geeigneten Samen vermögen sich unter besonders günstigen Umständen neu anzusiedeln. Ein gutes Beispiel hiefür ist *Arabis alpina* L. an den Felsen der Egg ob Schaufelberg-Hinwil; auch die kleinen Kolonien von *Kernera saxatilis* (L.) Rchb. am Tweralpspitz und am Schwarzenberggrat mögen wohl ähnlichen Ursprung haben.

Nordwärts vom Hörnli schliesst die Felsenformation grossartig (eben mit den Hörnligübeln), aber plötzlich ab. Die wilden Felsabhänge des Kl. Hörnli zeigen noch *Carex sempervirens* in seiner Endstation, *Rhododendron hirsutum* L. und *Potentilla caulescens* L. — Die kleinen (bereits thurgauischen) Felsschluchten in der Nähe von Allenwinden sind schon recht arm und weisen nur noch die ganz gewöhnlichen Arten auf. Auch in der Allmannkette hören mit dem Stoffel, der die seltene *Arabis arenosa* (L.) Scop. trägt, die Felsabhänge auf. Von den alpinen Felsenpflanzen überschreiten nur *Adenostyles glabra* (Miller) DC., *Thesium tenuifolium* Saut., *Campanula cochleariifolia* Lam., *Sesleria coerulea* (L.) Ard, *Laserpitium latifolium* L., *Saxifraga mutata* L., *Pinguicula alpina* L., *Carduus defloratus* L. die Linie Sternenberg-Stoffel. In der Allmannkette reichen noch bis zum Stoffel *Asplenium viride* Hudson, *Saxifraga mutata* L. und *S. aizoides* L., und ins Kemptnertobel hinab steigen noch *Valeriana tripteris* L., *Asplenium viride* Huds., *Sesleria coerulea* (L.) Ard., *Adenostyles glabra* (Miller) DC., *Saxifraga aizoides* L., *Campanula cochleariifolia* Lam.

Die Verbreitung von **Saxifraga mutata** verdient etwas eingehender besprochen zu werden. Die Pflanze, die in der ganzen östlichen Kette verbreitet ist, geht im Süden noch in die Jonaschlucht hinab, 500 m, und findet sich im Norden noch in der Giessenschlucht bei Sitzberg. In der Allmannkette bewohnt sie noch die Felsabhänge gegen das Tösstal vom Schlosskopf ob Steg bis ins Orflentobel und Brächtobel. Sie dringt sogar noch in den untersten Teil des Alteggtobels und ins Tobel des Wallenbachs (zwischen Altegg und Läseten) vor, wo sie aufhört. An den obern Hängen dagegen reicht sie nur bis auf die Nordseite des Paschlisgipfels und zum Hof Bräch-Bäretswil. Sie fehlt sonderbarerweise an den das Brächtobel westlich einfassenden, weiter nördlich gelegenen obern Felsabhängen, wo sich doch noch einige günstige Lokalitäten vorfinden, gänzlich. Also in derselben Schlucht besitzen die untern Felsen zwischen 700 und 800 die Pflanze.

während sie den obern (auch der Teufelskanzlen) über 900 m hoch gelegenen abgeht. Auch am Ornberge (Bachtel), wo noch *Hieracium cryptadenum* AT. wächst, am Felsabhang Hohlenstein (Täuferhöhle) am Nordwestabhange des Allmanns, wo *Saxifraga aizoides* L. blüht, sogar am Felsabhang auf der Nordseite des Stüssels ob Bettswil, wo noch die Alpenrose getroffen wird und *Carex brachystachys* Schrk. zahlreich auftritt, überall fehlt die in der Hörnlikette so sehr verbreitete Felsenpflanze. Auch in der wilden Schlucht des Bärenbachs ob Fischenthal, die sich doch nach Osten öffnet und wiederum *Carex brachystachys* Schr. und dazu noch *Petasites nivens* Baumg. nebst *Saxifraga aizoides* L. enthält, vermisst man *Saxifraga mutata* L. Um so auffallender muss es uns erscheinen, wenn wir dieser letztern in der Schlucht ob Vord. Bussenthal-Bäretswil in der viel „zahmern" Gruppe des Stoffels wieder begegnen. In dieser Schlucht, die fast keine eigentlichen Felsen, vielmehr steiles, lettiges, früher abgerutschtes, nun zum Teil wieder überwachsenes Terrain aufweist, wo sogar *Campanula cochleariifolia* Lam. fehlt, da findet sich *Saxifraga mutata* L. geradezu in Menge.

Im Lenzertobel (Ostseite der Allmannkette), wo die beiden Stammarten reichlich wachsen, begegnet man auch dem Bastard *Saxifraga mutata* L. × *aizoides* L. Der Standort an der vordern Töss ist vermutlich durch die Tösskorrektion vernichtet worden.

Es erübrigt mir noch, etwas näher einzutreten auf die **spezielle Verbreitung** einiger interessanter, **charakteristischer Vertreter** der Felsenflora.

1. Die Schattenpflanze **Carex ferruginea** Scop., nicht nur feuchte Felsen bewohnend, sondern überhaupt an wasserzügigen Stellen der Waldschluchten vorkommend, ist verbreitet durch die ganze Kreuzegg-gruppe und von da einerseits über Russegg, Schindelbergerhöhe, Wartenhöhe bis hinunter ins Leutobel, andererseits an den Schattenabhängen der ganzen Tösschlucht bis zum „Rebenloch". Sie geht auch an die Felsen auf der Westseite des Schwarzenbergs, zum Guntliberg und spärlicher an den Ost-, Nord- und Westabhang der Scheidegg. Dem Frühtobel, Rothen, dem ganzen Hörnlistock, fehlt die Pflanze; sie besitzt dagegen noch einen Standort in der Rellstenschlucht der Allmannkette und findet sich endlich herabgeschwemmt an der Töss an zwei Stellen, bis 680 m.

2. Im Gegensatze zur vorigen beherrscht dann **Carex sempervirens** Vill., die im allgemeinen die trockenen, sonnigen Abhänge aufsucht, die Hörnlischluchten (Gübel, Rappenstein, Ostseite des Hörnli), die Felsabhänge des Rothen und Frühtobels in Masse. Sie dringt ins Leutobel vor, an die Wartenhöhe hinauf und ziert auch noch in

grosser Zahl die Schindelbergerhöhe, die Nord- und Ostabhänge der Russegg und der Haberrütihöhe. Dort hört sie auf, fehlt somit dem südlicher liegenden Kreuzeggrevier, mit einer einzigen Ausnahme, ganz. Die Pflanze tritt nämlich nochmals auf am sonnigen, dürren Felsabhang zwischen Untertweralp und Eggli. An den Südostabhängen des Schwarzenbergs und Welschenbergs, am Ostabhange des Tösstocks und des Dägelsbergs, an den Felsen beim Ribelboden ist sie wieder zahlreich zu treffen. An sämtlichen Gratabhängen von der Haberrütihöhe bis zur Wartenhöhe treffen wir beide, *C. ferruginea* und *sempervirens*, oft nahe beisammen, wenn auch selten gemischt, an. Letztere überzieht die trockenen Felsen und überlässt die nassen Partien der *C. ferruginea* Scop.

3. **Carex brachystachys** Schrank, von dem mir jetzt reichlich ein Dutzend Standorte bekannt sind, ist streng an die feuchtschattigen Felsen gebunden, tritt oft nur spärlich auf und bewohnt vorzugsweise die tiefern Lagen. Sie findet sich an den Felsen ob Verch am Welschenberg, mehrfach am Tösstock, am Ostabhang der Scheidegg (900 m) und am Nordabhang des Hüttkopfs. An der Wartenhöhe ist die Pflanze nur spärlich vertreten, zahlreicher aber weiter unten in den Leutobelschluchten an drei verschiedenen Stellen und endlich wieder spärlich auf der Nordwestseite des Rothen. Zahlreicher tritt sie endlich an zwei Stellen in der Allmannkette auf, wie schon bemerkt im Bärenbachtobel und am Stüssel. Die meisten Standorte liegen zwischen 800 und 900 m.

4. **Dryas octopetala** L. besitzt drei Verbreitungsgebiete. Das Hauptgebiet erstreckt sich vom Hugenälpli und Schwämmlikopf über den Kegelboden und die Kreuzegghöhe, über die Brüche der Ost- und Westseite, die Felsabhänge der Russegg und Schindelbergerhöhe bis an die Felsen des Gobelrütiwalds und auf die Ostseite des Schnebelhorns. In der Erosionsschlucht der hintern Töss bekleidet Dryas in Gesellschaft der bewimperten Alpenrose, zahlreich die feuchten, linksseitigen Abhänge bis auf die Ostseite des Tösstocks. In der Fortsetzung dieser Schlucht erscheint die Pflanze nochmals am Ausgang der Felsschlucht beim Vorderbeicher, 800 m, rechts ob der Töss und etwas weiter unten an den Felsen links ob der Töss beim Rebenloch 780 m, wiederum neben *Rhododendron hirsutum* L.; tiefster Standort. Das dritte Verbreitungsgebiet für Dryas bilden endlich die „Hörnligübel", wo die Pflanze wieder sehr üppig die steilen Gräte bekleidet oder, besonders an den untern Felsabsätzen bis 820 m hinab, die sonst kahlen Felsen mit mächtigen Polstern überzieht.

5. **Rhododendron hirsutum** L., die bewimperte Alpenrose, folgt in ihrer Verbreitung, wie schon angedeutet wurde, den Schattenabhängen,

kommt mehrfach neben Dryas vor, hat sich aber noch weitere Gebiete erobert, besitzt auch noch drei fast verlorene Posten in der Allmannkette (am Nordabhang des Stüssels, bei Bräch-Bäretswil und in der Rellstenschlucht). Ihre grösste Massenentwicklung besitzt die Alpenrose an der Schindelbergerhöhe samt den Felsen des Gobelrütiwalds; an der Russegg ist sie schon spärlicher vertreten.

Auch in der Kreuzegg-Gruppe sind ein paar Standorte vorhanden. Aeusserst spärlich trifft man sie an der Wartenhöhe; reichlicher wächst sie wieder auf der Schattenseite des Leutobels und Frühtobels. Der Gruppe des Rothen fehlt sie wie Dryas vollständig. Mit dieser bewohnt sie sodann die Schattenabhänge der hintern Töss, des Tösstocks bis zur Tösscheide und die Nordseite der Hüttkopfkette. Eine dritte Gruppe von Standorten findet sich am Hörnli (Nordostseite der Gogelswaldkette, Hörnligübel, Rappenstein am Kl. Hörnli und Ostseite des Hörnli).

6. **Globularia cordifolia** L. bewohnt trockene Felsen, auch sonnige, steinige Weiden, letzteres z. B. auf der Südseite des Hüttkopfs und sehr üppig auf der Alp Gross Rotstein in der Tweralpkette. Ihre Hauptverbreitung hat die Kugelblume auf der Südseite und am Grat des Rothen (auch auf der Südostseite findet sich eine Stelle). Auch an den trockensten Partien der Schindelbergerhöhe und des Frühtobels findet man sie in reichlicher Menge. An den übrigen Standorten (Schwarzenbergfelsen, Ortlentobel und Tännler, letztere zwei in der Allmannkette) bekleidet sie nur in wenigen Polstern die trockenen Felsen; herabgeschwemmt findet sie sich am Tössufer gegenüber der Station Steg, 690 m.

7. **Saxifraga Aizoon** Jacq. ist bis in die höchsten Alpen verbreitet, geht aber auch bis in die Talsohlen hinunter. In unserer Nagelfluhregion bleibt sie bei 880 m zurück.[1]) Sie geht von der Tweralp-Kreuzegg-Gruppe, wo sie über die höhern Gräte ziemlich verbreitet ist, einerseits über Russegg, Schindelbergerhöhe, Gobelrütiwaldfelsen bis zur Warte und hinunter ins Leutobel und Frühtobel, andererseits über Welschenberg-Schwarzenberg zum Südwestfuss des Tösstocks, hinauf zur Scheidegg (Westseite) und zum Dürrspitz. Spärlich trifft man sie noch an einer Stelle an den Felsen ob der vordern Töss am untersten Abhang des Hüttkopfs bei 880 m und endlich noch

[1]) Steigt in den Toggenburger Bachschluchten bedeutend tiefer hinab, so am Höllbach bei der Waldkapelle hinter Libingen bis 760 m und im Tobel des Krinauerbaches gar bis 660 m. Die erstgenannte Lokalität ist überhaupt sehr reich; sie enthält neben *S. Aizoon* Jacq. auch noch *S. mutata* L. und *Erica carnea* L., *Rhodod. hirsutum* L., *Pr. Auricula* L., *Bartsia alpina* L., *Carex sempervirens* Vill. und *C. ferruginea* Scop., *Festuca amethystina* L., *Alchemilla Hoppeana* (Rchb.), *Dalla Torre* und andere.

auf dessen Nordwestseite im „Schmidsroos“. Weiter nach Norden und Westen dringt sie nicht. Merkwürdig erscheint mir ihre Abwesenheit in den Rothengübeln.

8. **Potentilla caulescens** L. ist typisch für die trockenen, exponierten Felswände. Ueber ein Dutzend verschiedene Standorte, verteilt auf das ganze Gebiet vom äussersten Süden bis hart an die Thurgauergrenze, sind mir jetzt bekannt. Am Felsgrat ob Untertweralp, auf der Westseite des Tweralpspitz, am Felsabhang der Haberrütihöhe, an den trockensten Partien der Gobelrütiwaldfelsen und am heissen Abhang „bei der Brücke“ ob der hintern Töss ist die Pflanze mehr oder minder zahlreich anzutreffen. Sie bekleidet die trockenen Felswände auf der Südseite des Welschenberggrats bis hinunter in die Felsen des „Gübelwalds“, 900 m, geht zum Tösstockgrat und zur Felswand am Südwestfusse des Tösstocks, wo schon Kölliker in den dreissiger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Pflanze entdeckte und wo ich dieselbe am 22. Juni 1895 neuerdings wieder nachgewiesen habe. Auch in der Felsschlucht unterhalb der „Böden“ auf der Ostseite der Scheidegg kommt sie vor. Sie schmückt in grosser Zahl die Felswände des Frühtobels sowohl sonnen- als schattenhalb, geht an den Rothen hinauf, überspringt sogar bei Steg das schmale Tösstal, indem sie sich an den Felsen des Schlosskopfs angesiedelt hat, und erreicht dort den tiefsten Punkt von 840 m. Am Rappenstein auf der Nordseite des Kl. Hörnli kommt sie sogar in direkt nördlicher Exposition vor und erreicht endlich am Ostabhang des Hochgrats ob dem Murgtobel, wie *Primula Auricula*, ihren nördlichsten Standort.

9. **Primula Auricula** L. ist ein weiterer charakteristischer Vertreter der grossen Felsabhänge. Sie schmückt sonnige und schattige Felsen, verlangt aber genügend Feuchtigkeit und blüht darum am üppigsten da, wo Quellen zutage treten und über die Felsen rieseln. Am Rothen und im Frühtobel, wo das Zentrum ihrer Verbreitung liegt, trifft man sie sogar an direkt sumpfigen Stellen. Sie bewohnt sämtliche grossen Felsabhänge von der Rotsteinschlucht und dem Rumpftobel weg über die Schwarzenbergfelsen, den Tösstock, über Haberrütifelsen, Russegg, Schindelbergerhöhe und Wartenhöhe, Frühtobel, Rothen bis zum Brächtobel, Hörnli und Hochgrat. Sie erscheint auch noch in der sehr tief eingerissenen Felsschlucht unterhalb Libingen (Toggenburg), wo sie bis gegen 600 m herabsteigt.

10. **Petasites niveus** (Vill.) Baumg. ist bis jetzt im obersten Tössgebiet, oberhalb des Frühtobels noch gar nicht nachgewiesen worden, steigt nur ausnahmsweise über 920 m und mangelt dem eigentlich subalpinen Gebiet fast ganz. Er ist typischer Bewohner des feuchten Felsenschuttes; mit Vorliebe wächst er auf den grossen Schutt- und

Geröllhalden, die sich unterhalb der Felswände in den Bachschluchten gebildet haben. So trifft man ihn an zwei Stellen am Abhang des Hochgrats, spärlich in der Hauptschlucht der Hörnligübel, wieder etwas zahlreicher im Alteggtobel unterhalb der dasselbe quer durchsetzenden Felsenbarre, sowie im Orflentobel am Nordabhang des „Wyls" und endlich gar im Tobel des Bärenbachs, die drei letztgenannten Stellen alle in der Allmannkette. Dazu kommen die schon länger bekannten Standorte: Rellsten-Bäretswil, Spirrgubel in der Hüttkopfkette, Frühtobel und längs der Töss. Die Pflanze wurde weit ins Tösstal hinabgeschwemmt. Im August 1908 traf ich sie in Menge am linken Tössufer unterhalb der Hornmühle-Zell bei 520 m. Auch in der Libingerfelsschlucht findet sie sich bei ca. 630 m. Im Herbst 1909 konnte ich sie auch, zwar spärlich, nachweisen in den Kreuzeggbrüchen bei 1200 m.

11. **Hieracium bupleuroides** Gmel. ist ein Bewohner trockener, vorzugsweise sonniger Felsen, der mit Vorliebe die tiefen Lagen in den Bachschluchten aufsucht. Schon im Juni 1904 entdeckte ich die Pflanze in der tiefgelegenen Felsschlucht des Brächtobels bei 750 m zum Teil noch neben *Pr. Auricula* L. In den folgenden Sommern gelang es mir dann, noch eine Anzahl neuer Standorte ausfindig zu machen. So trifft man sie am Ausgang der Felsschlucht beim Vorderbeicher, 800 m, reichlich neben Dryas (27. VIII. 1907), ferner am Südabhang des Hüttkopfs am Felsabhang gegen die vordere Töss, 880 m, zum Teil gemischt mit *H. cryptadenum* A. T. und *Sax Aizoon* L. (16. VIII. 1906), weiter am Felsabhang „bei der Brücke" rechts ob der hintern Töss, 900 m (29. VII. 1906), und endlich auch noch in der Felsschlucht „Gübelwald" am Südostabsturz des Welschenbergs-Schwarzenbergs, 920—950 m (23. IX. 1907). In den Brüchen der Kreuzegg fand ich *H. bupleuroides* Gmel. im Oktober 1907 und August 1908 ebenfalls an einer Stelle (wahrscheinlich das früher schon dort beobachtete *H. calycinum* A. T.). Am Felsgrat der untern Tweralp besitzt es endlich noch einen, nach Süden hin den äussersten Standort in unserm Berggebiet. Es ist an allen Stellen die var. *Schenkii*, die mit dem *H. calycinum* Arv. T. identisch ist. Nehmen wir noch den Standort Feldbach bei Wattwil, woselbst es ebenfalls früher schon nachgewiesen ist, hinzu, so bekommen wir eine fortlaufende Reihe von acht Stellen von Wattwil und der Tweralp über die Kreuzegg, hinunter in die Schlucht am Schwarzenberg, in die verschiedenen Tössschluchten und zuletzt in weitem Sprung zum Brächtobel.

12. Auch die Entdeckung des nur den Alpen der Ostschweiz angehörenden **Hieracium lacerum** Reut., Subspezies von **H. humile** Jacq., welches am Hörnli vorkommt, ist bedeutsam. *H. lacerum*

wächst an schwer zugänglicher Stelle an den moosigen Felsen ob dem „Ribelboden" rechts ob der hintern Töss bei zirka 950 m. Es unterscheidet sich vom Typus besonders durch seinen höhern, schlankern Wuchs und längere, schmalere, oben fast lineale Blätter.

13. **Hieracium Berardianum** Arv. T., Subspezies von *H. amplexicaule* L., das ich im Sommer 1903 in den Hörnligübeln entdeckte, wo es an den obern und untern Felsen reichlich vorkommt, habe ich seither noch an einigen andern Stellen nachweisen können. Es bewohnt vorzugsweise die geschützten Felsnischen und den Fuss der Felswände, die etwas überhängen. Darum erhalten die Pflanzen oft wenig direkten Regen, was ihnen indessen in ihrem Gedeihen nicht schadet. Ueppig und zahlreich, in oft 30—40 cm hohen Exemplaren, bewohnt *H. Berardianum* die Felsnischen der Teufelskanzlen-Bäretswil und des Schlosskopfs ob Steg (1904), beide Standorte in der Allmannkette. Im August 1905 beobachtete ich es im Frühtobel, zum Teil gemischt mit *H. cryptodenum* A. T., sodann im August 1906 spärlich in der Felsschlucht unterhalb Grossegg auf der rechten Seite des Leutobels. Endlich findet es sich auch noch an den Felsen auf der Südseite des Welschenbergs (29. VII. 1906).

14. Den Schluss möchte ich endlich machen mit **Hieracium cryptadenum** Arv. T. = **H. humile × villosum**. Nach seiner Tracht und Grösse dem *H. villosum* L. entschieden näher stehend, wurde es früher einfach für dieses genommen. Auch von *H. cryptadenum* A. T. habe ich wieder einige neue Standorte nachgewiesen. Einer derselben befindet sich an dem vorhin schon genannten Südabhange des Hüttkopfs, woselbst es in grosser Zahl, noch reichlicher als *H. bupleuroides* Gmel. die Felsabhänge schmückt und auch etwas früher blüht (16. VIII. 1906). Eine weitere Stelle liegt am Eingang ins Fuchstobel am linksseitigen Felsabhang hinter Vorderbeicher, 840 m (27. VIII. 1907). Die beiden letzten Stellen endlich treffen wir im Leutobel und zwar die eine in der rechtsseitigen, sonnigen Schlucht unterhalb Baurenboden, 880 m, und die andere dieser gegenüber am linksseitigen Abhange des Tales (VIII. 1906). Sie verbinden so die zwei schon bekannten Standorte der Pflanze im Frühtobel und an der Schindelbergerhöhe. Ob das im Sommer 1911 auf der Kreuzegg und der Tweralp entdeckte *Hieracium* auch *cryptadenum* A. T. oder aber reines *H. villosum* L. ist, steht noch dahin.[1]

[1] Massgebend für die Bezeichnung der Lokalitäten war der topographische Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas). Sie sind enthalten in Blatt 216 (Fischenthal), 217 (Lichtensteig), 230 (Wald), 231 (Wattwil), zum Teil noch in Blatt 213 (Pfäffikon) und 214 (Sternenberg). Masstab 1 : 25000.

Notizen zur schweizerischen Kulturgeschichte.

Von

Ferdinand Rudio und Carl Schröter.

---

34. Die Eulerausgabe (Fortsetzung[1]).

Den beiden im vergangenen Jahre erschienenen Bänden I_1 und III_3, über die ausführlich in Nr. 32 unserer Notizen referiert worden ist, sind im Berichtsjahre 1912 vier weitere gefolgt: der zweite Band der *Dioptrik*, zwei Bände *Mechanik* und ein Band *Elliptische Integrale*.[2])

Die Mechanik musste, entgegen dem ursprünglichen Plane, in zwei Bänden herausgegeben werden, da sie etwa 111 Bogen umfasst, die zum Preise von 25 Fr. zu liefern ein Ding der Unmöglichkeit wäre — ganz abgesehen von der Monstrosität einer solchen Publikation. Dasselbe gilt von den Elliptischen Integralen, die über 90 Bogen umfassen und daher auch in zwei Bänden untergebracht werden müssen. Von diesen ist also der erste Band jetzt erschienen: der zweite ist fertig gesetzt und zum grossen Teil auch korrigiert. Auch die *Institutiones Calculi differentialis*, die Gerhard Kowalewski herausgibt, sind soweit gefördert, dass sie wohl noch im Laufe des Winters werden erscheinen können. Ferner ist die Redaktion im Besitze einer ganzen Reihe von weiteren völlig

[1]) Siehe die Notizen Nr. 32 (1911), 29 (1910), 26 (1909), 24 (1908) und 22 (1907).

[2]) Leonhardi Euleri opera omnia. Sub auspiciis societatis scientiarum naturalium Helveticae edenda curaverunt Ferdinand Rudio, Adolf Krazer, Paul Stäckel.

Series III: Opera physica, Miscellanea, Epistolae. Volumen 4: Dioptrica. Edidit Emil Cherbuliez. Volumen posterius (4°, VIII et 543 p.). Lipsiae et Berolini. Typis et in aedibus B. G. Teubneri. 1912.

Series II: Opera mechanica et astronomica. Volumen 1: Mechanica sive motus scientia analytice exposita. Edidit Paul Stäckel. Tomus primus. Adiecta est Euleri effigies ad imaginem a Webero aeri incisam expressa. (4°, XVI et 407 p.). Lipsiae etc. 1912.

Series II: Opera mechanica et astronomica. Volumen 2: Mechanica etc. Edidit Paul Stäckel. Tomus alter (4°, VIII et 460 p.). Lipsiae etc. 1912.

Series I: Opera mathematica. Volumen 20: Commentationes analyticae ad theoriam integralium ellipticorum pertinentes. Edidit Adolf Krazer. Volumen prius (4°, XII et 371 p.). Lipsiae etc. 1912.

druckfertig bearbeiteten Bänden, die jederzeit der Druckerei übergeben werden können. Das Eulerwerk schreitet also rüstig vorwärts.

Der Generalredaktor hat im August dieses Jahres auf dem Internationalen Mathematiker-Kongress zu Cambridge über den Stand der Eulerausgabe referiert und der Kongress hat darauf einstimmig die folgende Resolution gefasst:

„Im Anschluss an die Verhandlungen der früheren Internationalen Mathematiker-Kongresse, insbesondere an den Beschluss des 4. Kongresses in Rom, betreffend die Herausgabe der sämtlichen Werke Leonhard Eulers bringt der 5. Internationale Kongress zu Cambridge der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft seinen wärmsten Dank für die tatkräftige Inangriffnahme des grossen Unternehmens zum Ausdruck und verbindet damit zugleich seine hohe Anerkennung für die monumentale Ausgestaltung, die sie dem Werke in den bereits vorliegenden fünf Bänden hat angedeihen lassen. Der Kongress spricht die Erwartung aus, dass der Euler-Ausgabe auch fernerhin die Unterstützung nicht fehlen werde, die ihr bisher schon in so dankenswerter Weise von der ganzen wissenschaftlichen Welt, insbesondere von den grossen Akademien, zuteil geworden ist."

35. Nekrologe.

Heinrich Friedrich Weber (1843—1912, Mitglied der Gesellschaft seit 1875, Präsident 1880—1882 und 1890—1892).

Der nachfolgende Nekrolog wurde mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion abgedruckt aus den Verhandlungen der Schweiz. naturf. Gesellschaft, Altorf 1912. Das Klischee verdanken wir der Freundlichkeit der Redaktion der Schweiz. Bauzeitung.

Heinrich Friedrich Weber wurde geboren am 7. November 1843 als einer der sechs Söhne eines Kaufmanns in dem Städtchen Magdala bei Weimar. Er starb am 24. Mai 1912, nachdem er 47 Jahre der Wissenschaft und 37 Jahre unserer Schule gewidmet hatte. Nachdem er seine Vorbildung im Gymnasium in Weimar erhalten hatte, studierte er an der Universität Jena Mathematik, Physik und Philosophie unter Snell, Schäffer, Abbe und Kuno Fischer. Da unter seinen Lehrern kein Mathematiker von grösserem Talente sich befand, ging er eine Zeitlang mit dem Gedanken um, sich der Mathematik zu widmen, da er sich in dieser Disziplin überlegen fühlte, kehrte dann aber zur Physik zurück.

In Abbe hatte er eines der schlagendsten Beispiele vor Augen, von dem, was das oft gepriesene Zusammenwirken von Wissenschaft und Technik vermag. Hat doch Abbe es vollbracht, von der Theorie aus die berühmte Jenaer Industrie der optischen Instrumente ins Leben zu rufen, und so fast allein das zu erreichen, was in andern Gebieten das Werk einer Generation ist. Kein Wunder, wenn bei einem solchen Vorbilde Weber, der sich in hohem Masse im Besitze

gerade der Gaben fühlte, die sich bei Abbe so glänzend bewährt hatten, ein grosses Zutrauen schöpfte in die Tragweite eines Werkes, das ein einzelner, nur auf eigene Kraft sich stützend, mit energischem Willen und rastloser Arbeit vollbringen kann. Dieses Zutrauen hat Weber nie im Stich gelassen, es ist die Triebfeder seines Lebens, die Quelle seiner schönsten Erfolge gewesen.

Auch Kuno Fischer hatte auf die Ausbildung seines Geistes einen tieferen Einfluss. Der wohl orientierte und klare Darsteller der verschiedenen philosophischen Systeme überbrückte für den scharf denkenden jungen Gelehrten die Kluft zwischen Philosophie und Wissenschaft, die vielfach die vorhergehende Generation getrennt hatte. Und so kam, einige Jahre später, Weber zu Helmholtz, wohl vorbereitet, den grossen Forscher, der in physikalischer und erkenntnistheoretischer Beziehung gleich hoch steht, vollständig zu würdigen.

Im Juni 1865 erhielt er den ersten Preis für die Lösung einer mathematischen Preisaufgabe. Im August desselben Jahres bestand er die Doktorprüfung mit einer Abhandlung über: Neue Probleme der Diffraktionstheorie des Lichtes. Während vier Jahren war er sodann Privatlehrer der Söhne des Mitgliedes der Ersten badischen Kammer Dennig in Pforzheim. Während dieser Zeit arbeitete er unter der Leitung von Kirchhoff weiter und publizierte eine Studie über Plateaus Anorthoskop.

Von Anfang 1870 war Weber Assistent der Physik an der Karlsruher Polytechnischen Schule unter G. Wiedemann. Als Helmholtz im Frühjahr 1871 die Berliner Professur antrat, wurde Weber von ihm zu seinem ersten Assistenten ernannt. Als solcher half er ein provisorisches Laboratorium einrichten und wurde mit den physikalischen Arbeiten der Studierenden betraut. In den Aufenthalt in Berlin fällt der Anfang seiner bekannten Arbeit über die spezifischen Wärmen.

Im Frühjahr 1874 wurde ihm die Professur für Physik und Mathematik an der Kgl. Württembergischen Akademie Hohenheim übertragen. Als er dort eines Tages unter seinen Schülern einen ältern kleinen Herrn bemerkte, kümmerte er sich nicht viel um ihn, war aber nicht wenig erstaunt, als dieser ihn unmittelbar nach der Vorlesung fragte, ob er eine Professur in Zürich annehmen wolle. Es war der ehemalige Schulratspräsident Kappeler, der bei der Berufung neuer Kräfte nur auf sein direktes persönliches Urteil Rücksicht nehmen wollte und sich inkognito eingeschlichen hatte.

In demselben Jahre, 1875, in welchem er nach Zürich übersiedelte, heiratete er Anna Hochstetter, die Tochter des Ökonomierates in Hohenheim. Es war der Anfang eines glücklichen Familienlebens, in welchem der sich mit Aufopferung seinem Berufe widmende Gelehrte die gewünschte Ruhe und Erholung fand. Er hatte zwar das Unglück, eine von seinen drei Töchtern durch den Tod zu verlieren — kein Leben bleibt vom Schmerze verschont — aber er hatte die Genugtuung, die Laufbahn seiner fünf Söhne, dank der von ihnen ererbten Arbeitskraft und Begabung, sich in erfreulicher Weise entwickeln zu sehen: Dr. Oskar Weber ist Chemiker in Griesheim a. M.; Dr. Friedrich Weber, Geologe, ist mehrere Jahre für die Schweiz. geologische Kommission tätig gewesen, dann in der Türkei und in den Sunda-Inseln. Ingenieur Ernst K. Weber ist Bauingenieur und Astronom, als solcher Teilnehmer an einer anderthalbjährigen Expedition durch Nordostsibirien, jetzt im Transkaukasus als Direktor einer seismischen Station. Dr. Richard Weber ist Arzt. Helmut Weber studiert Medizin an der Universität Jena.



Prof. Dr. Heinrich Friedrich Weber
1843 — 1912



Das Ereignis, welches in der Laufbahn des Verstorbenen eine besonders hervorragende Rolle gespielt hat, ist der Bau des physikalischen Instituts. Um dieses Moment voll zu würdigen, ist es notwendig, sich in Gedanken in die Zustände der Zeit seiner Entstehung zurück zu versetzen; und so rasch sind die Fortschritte gewesen, dass nach der kurzen Spanne Zeit von 25 Jahren dies schon nicht mehr ein leichtes ist. An der Pariser Ausstellung, im Jahre 1878, war mit der Jablochkowschen Kerze der Wechselstromlichtbogen zum erstenmal erschienen. Aber der Wechselstrom war noch ein wildes Kind, mit dem man nicht recht fertig wurde. Die erste Kraftübertragung, in welcher es gelang, einen höhern Wirkungsgrad zu erreichen, und deren Untersuchung unter der Leitung von Professor Weber stattfand, wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon im Jahre 1886 zwischen Kriegstetten und Solothurn ausgeführt. Sie überbrückte die für die jetzigen Begriffe sehr mässige Distanz von 8 Kilometer, und charakteristisch ist, dass sie Gleichstrom benutzte. Der Transformator war nämlich erst ein Jahr vorher, 1886, von den Ingenieuren der Firma Ganz in Budapest ins Leben gerufen worden.

Es hatte damals also die Konstruktion der elektrischen Maschinen noch nicht den Löwenanteil am Maschinenbau, den sie jetzt besitzt. Aber Weber teilte mit einigen wenigen seiner Zeitgenossen den prophetischen Blick in die Sachen, die da kommen sollten. Er wollte die Schule nicht mit einem kleinern Institut ausgerüstet wissen, wie es damals den Bedürfnissen des wissenschaftlichen Unterrichtes entsprochen hätte, sondern mit einer Anstalt, welche der kommenden Entwicklung der Elektrotechnik gewachsen wäre. Aber er hatte manch harten Kampf zu bestehen, bis es ihm gelang, seiner Überzeugung Geltung zu verschaffen. Den Triumph brachte die zufällige Anwesenheit in Zürich eines der bedeutendsten Männer unter den Begründern der Elektrotechnik. Es war ein historischer Moment, als, in einer Zusammenkunft zwischen dem Präsidenten des Schulrates, Kappeler, unserm verehrten Kollegen Geiser, als Direktor der Schule, und Prof. Weber die entschiedene Zusprache des anwesenden Werner Siemens den Ausschlag gab.

Die Pläne des Instituts wurden im Jahre 1886 durch Bundesbeschluss genehmigt und im Herbst 1900 wurde das neue Institut bezogen, fast gleichzeitig also mit dem berühmten Versuch der Kraftübertragung zwischen Laufen und Frankfurt. Dieser Versuch, über welchen Prof. Weber referierte, ist ein Wendepunkt der Elektrotechnik. Hier siegten gleichzeitig der Dreiphasenstrom, der Transformator und die Übertragung der elektrischen Energie auf grosse Distanzen. Das Institut stand eine Reihe von Jahren einzig in seiner Art da und wurde erst später zum Teil mit grössern Hilfsmitteln nachgeahmt.

Wenden wir uns den von Prof. Weber im Laufe der 47 Jahre seiner Tätigkeit publizierten Arbeiten zu.

Es würde zu weit führen, alle seine Arbeiten zu besprechen; es sei mir daher gestattet, nur auf einige derselben einzugehen. In der Abhandlung über die Entwicklung der Lichtemission glühender fester Körper untersucht er, durch gewisse Eigentümlichkeiten in dem Verhalten der Glühlampen aufmerksam geworden, die tiefste Temperatur, bei welcher die Lichtemission eben anfängt. Es hatte Draper angegeben, dass alle Körper bei derselben Temperatur (525 Grad) anfangen, sichtbares Licht zu emittieren, und zwar dass diese Emission mit dunkelrot anfange. Weber zeigte, dass die Emission bei einer viel tieferen Temperatur bemerkbar wird, wenn man mit vollständig ausgeruhtem Auge in der absoluten Dunkelheit beobachtet. Sie beginnt bei 400 Grad

oder schon etwas unterhalb; nach der Stelle, die das zuerst erscheinende Licht einnimmt, wenn man es spektral analysiert, ist es grüngelb. Aber das Auge hat dabei keine Farbenempfindung. Um das Gesehene zu beschreiben, fand Weber die ausdrucksvollen Worte: Gespenstergrau, Düsternebelgrau. Durch diese Arbeit waren also die Eigenschaften der Strahlung in einem wichtigen Punkte richtiggestellt.

Es war mit dem raschen Aufschwung der Beleuchtungstechnik die wissenschaftliche Erforschung der Gesetze der Strahlung ein sehr aktuelles Problem geworden. So kam es, dass im Jahre 1888 mit seinen Untersuchungen über die Strahlung Prof. Weber eine Lösung des Problems brachte; es war allerdings nur eine provisorische, denn die Behandlung dieses ausgedehnten Gebietes ging über die Kraft des einzelnen hinaus; erst die Kollektivarbeit eines ganzen Institutes, der Physikalischen Reichsanstalt, brachte etwa zehn Jahre später die vollständige Beantwortung. Aber schon mit seiner provisorischen Formel gewann Weber eine tiefere Einsicht in die Wirkungsweise der elektrischen Glühlampe.

Eine weitere Arbeit Webers, welche für eine Seite seiner Tätigkeit charakteristisch ist, führt den Titel: Der absolute Wert der Siemensschen Quecksilbereinheit. Weber gehörte zu der Gruppe von bedeutenden Männern, die gegen Ende des letzten Jahrhunderts den Übergang zwischen der Messtechnik der Laboratorien und den Bedürfnissen der emporstrebenden Elektrotechnik vermittelt haben. Zu diesen Männern gehörten Lord Rayleigh, Lord Kelvin, mit welchem Weber bis zu dessen Tode freundschaftliche Beziehungen gepflegt hat, Silvanus Tompson, Mascart, Helmholtz, Kohlrausch, Roit und andere. Schon in einer solchen Reihe genannt zu werden, ist eine Ehre. Durch die gemeinsame Arbeit dieser Begründer entstand das handliche Werkzeug des gegenwärtigen Massystems, welches nicht nur jedem Ingenieur geläufig ist, sondern auch tiefere Schichten der technisch geschulten Bevölkerung durchdrungen hat. Die Arbeit der neuen Bestimmungen geschah in den Laboratorien der Institute. Sie wurde zusammengetragen und diskutiert in einer Reihe von historisch gewordenen Kongressen. So war Weber im Jahre 1883 in Wien, 1889 in Paris, 1891 in Frankfurt, 1900 wieder in Paris und schliesslich vor vier Jahren am Londoner Kongress, welcher die Entwicklung der elektrischen Einheiten bis zu einem gewissen Abschluss gebracht hat.

Es sei schliesslich noch einer der ersten Arbeiten Webers etwas ausführlicher gedacht, nämlich der Bestimmungen der spezifischen Wärmen der Elemente Kohlenstoff, Bor, Silizium bei verschiedenen Temperaturen. Gleich nach den ersten genauen Bestimmungen der spezifischen Wärmen war den Physikern Dulong und Petit eine sehr merkwürdige Beziehung aufgefallen, welche besagt, dass es gleichviel Wärme kostet, um die Temperatur der verschiedensten Atome um einen bestimmten Betrag zu erhöhen. Offenbar war dieses Gesetz der Ausdruck einer wichtigen noch verborgenen Eigenschaft der Materie. Aber drei sehr ausgesprochene Ausnahmen störten den schönen Zusammenhang. Weber machte zuerst die Bemerkung, dass die drei Elemente Kohlenstoff, Bor, Silizium, deren spezifische Wärme viel kleiner ausgefallen war als das Gesetz es verlangte, auch eine ungewöhnlich stark mit der Temperatur anwachsende spezifische Wärme besitzen. Dies führte ihn dazu, die Versuche bis zu sehr hohen Temperaturen, über 1000 Grad, auszudehnen. Bei diesen ordneten sich die widerspenstigen Substanzen in das Gesetz ein; die Ausnahme, welcher man ratlos gegenüberstand, war verschwunden. Jedoch

die Auffindung der tieferen Bedeutung des Dulong und Petit'schen Gesetzes machte keine weiteren Fortschritte, bis im Jahre 1905 eine Publikation von Einstein nochmals die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt auf die Weberschen Versuche lenkte. Inzwischen waren in der Naturphilosophie neue Begriffe, neue Formen des Denkens, würde man gerne sagen, aufgetaucht. Mit dem Elektron hatte die begrenzte Teilbarkeit der Elektrizität ihren Einzug gehalten, und an sie anknüpfend, hatte Plank die begrenzte Teilbarkeit der Energie selbst eingeführt, ohne welche das Strahlungsgesetz unverständlich ist. Einstein hatte den Mut, diese begrenzte Teilbarkeit der Energie von den Strahlungsvorgängen in die gute alte Mechanik der materiellen Körper überzuführen und der Erfolg war ein ganz überraschender. Es kam gerade der Verlauf der spezifischen Wärmen heraus, den Weber dreissig Jahre vorher bei den Ausnahmekörpern beobachtet hatte. Seitdem ist die Frage durch neue Messungen bei sehr tiefen Temperaturen wieder aufgenommen worden. Es hat sich gezeigt, dass bei diesen die Ausnahme zur Regel wird. Alle Körper besitzen, wenn man sie zwischen genügend weiten Temperaturgrenzen beobachtet, das, was man den Weberschen Verlauf der spezifischen Wärmen nennen könnte. Es ist gewiss ein erhebender Anblick, die Leistung des gewissenhaften Forschers noch nach seinem Tode mit den Fortschritten der werdenden Wissenschaft verflochten zu finden.

Das Lebenswerk Webers ist aber mit der Beschreibung seiner wissenschaftlichen Arbeiten lange nicht erschöpft. Er war vor allem ein unvergleichlicher Dozent. Sein gleichzeitig eleganter und präziser Vortrag übte auf alle, die ihn genossen hatten, einen unvergesslichen Eindruck aus. Für einen, der bei Weber gehört hatte, war die Physik Gegenstand einer Offenbarung. Sie war nicht mehr eine tote Wissenschaft, sie war von ihm ins Leben gerufen worden. Und zwar kam dieses Leben nicht her von Erläuterungen über die Ziele seines Strebens, denn über allgemeine Gesichtspunkte pflegte er sich knapp auszudrücken, sondern es strahlte aus seiner ganzen Handlungs- und Darstellungsweise aus. Dieselbe suggestive Wirkung wie sein Vortrag übte auf die Studierenden seine aussergewöhnliche Arbeitskraft aus. Er ging eben mit dem Beispiel voran. Es kam vor, dass er den einen oder den andern seiner Schüler mit einem raschen Worte ermahnte: Es ist sehr leicht, etwas zu werden, aber früh aufstehen muss man! Es konnte niemand entgehen, dass er früh morgens der erste im Laboratorium war und es als der letzte abends verliess. Auch am Sonntag gönnte er sich meistens keine Rast, und während der Ferien setzte er die Arbeit fort, bis die Anzeichen dauernd guter Witterung vorlagen. Alsdann machte er sich rasch auf den Weg zu einem kurzen Aufenthalt nach dem beliebten Pontresina.

43 bei ihm ausgeführte Doktorarbeiten sind vorgefunden worden, und es ist anzunehmen, dass diese Sammlung nicht ganz vollständig ist. Es seien hier von seinen Schülern nur einige genannt, welche im Lehramt und in der Wissenschaft ihre Betätigung gefunden haben. So finden wir Prof. Zehnder in Berlin, Prof. Rössler in Danzig, Ch.-Ed. Guillaume, Dir. adj. du Bureau Internat. des Poids et Mesures in Sèvres, Palaz und Landry, Professoren in Lausanne; Ch. Eug. Guye, Professor in Genf, Direktor Tuchschmid in Aarau, Prof. Gruner in Bern; Lombardi, Direktor des Elektrotechnischen Instituts in Neapel; Prof. Guinand am Technikum in Biel; Prof. Blattner am Technikum in Burgdorf; Prof. Kopp in St. Gallen, und viele andere, worunter eine grössere Zahl seiner Kollegen der Zürcher Technischen Hochschule.

Unter den vielen Leistungen von Prof. Weber dürfen die Dienste, die er der Meteorologie geleistet hat, nicht unerwähnt bleiben. Schon in Karlsruhe redigierte er eine Reihe von Jahrgängen der Beobachtungen des badischen meteorologischen Stationsnetzes in mustergültiger Weise. Seit 1881 war er Mitglied der Eidg. Meteorol. Kommission, seit 1902 ihr Vizepräsident und seit 1910 Präsident.

Sicherlich kann in einer solchen kurzen Darstellung nur ein abgeschwächtes Bild eines so reich ausgefüllten Lebens gegeben werden. Sein Ende ist mit seinem Leben in Einklang. Zwei Tage vorher war er noch mit ungebrochener Kraft an der Arbeit. Während der letzten Stunden der Krankheit kehrten seine Gedanken fortwährend zu seiner Arbeit, zu seiner Pflicht, zu seiner Lebensaufgabe zurück. Ein solches Ende kann beneidet werden. Il est mort au champ d'honneur. Dr. P. Weiss.

(„Neue Zürcher Zeitung".)

Ernst Schulze (1840—1912, Mitglied der Gesellschaft seit 1872).

Der nachfolgende Nekrolog, von Prof. Dr. E. Winterstein verfasst, ist mit Erlaubnis des Verfassers und der Redaktion abgedruckt aus der Zeitschrift der landw. Versuchsstationen. Das Klischee verdanken wir der Freundlichkeit der Redaktion der Zürcher Wochenchronik.

Am Samstag den 15. Juni dieses Jahres, kurz vor 12 Uhr, verschied in Zürich nach langem, schwerem Krankenlager im Alter von 72 Jahren Dr. Ernst Schulze, Professor der Agrikulturchemie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. In welchem Ansehen der Verstorbene stand, welche unbegrenzte Achtung und Sympathien er bei seinen Fachgenossen und auch in weiteren Kreisen genoss, davon legen die vielen Kundgebungen, die anlässlich der Trauerfeierlichkeiten aus allen Ländern eintrafen, ein beredtes Zeugnis ab.

Der Hinschied von Ernst Schulze bedeutet in den fachwissenschaftlichen Kreisen eine Lücke, die nur schwer auszufüllen ist. In emsigster, gewissenhafter und zielbewusster Arbeit ist er 40 Jahre als hervorragender Forscher und Lehrer an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich tätig gewesen.

Ernst Schulze wurde als Sohn des Oberamtmanns Schulze in dem im Leinetal gelegenen Flecken Bovenden bei Göttingen am 31. Juli 1840 geboren. Sein Grossvater war der Hofrat G. E. Schulze, Professor der Philosophie in Göttingen. Im Jahre 1858 bezog Schulze die Universität in Göttingen, wo er unter Fr. Wöhler und Limpricht studierte. Nachdem er sodann noch unter Bunsen in Heidelberg gearbeitet hatte, übernahm er im Jahre 1861 die Stelle eines Assistenten bei Lehmann und später bei A. Geutter in Jena.

Seine wissenschaftliche Tätigkeit beginnt an der Versuchsstation in Weende, wo er unter der trefflichen Leitung Hennebergs fünf Jahre als Assistent mit grossem Erfolg tätig war. Zusammen mit seinem Freunde und Mitarbeiter Max Maercker, dem Schulze in dieser Zeitschrift einen so von Herzen gehenden warmen Nachruf gewidmet hat, stellte er eingehende Fütterungsversuche mit Schafen an, deren Ergebnisse in mehreren Abhandlungen in dem Journal für Landwirtschaft niedergelegt sind.



Prof. Dr. E. Schulze

1840—1912



Durch die aus Weende hervorgegangenen Arbeiten wurde auch unsere Schulbehörde auf den jungen Agrikulturchemiker aufmerksam, und als ihm im Sommer 1872 der Eidgenössische Schulrat die Stelle eines Professors für Agrikulturchemie anbot, folgte er freudigen Herzens diesem Ruf und verliess die neugegründete landwirtschaftliche Versuchsstation in Darmstadt, an welcher er nur ein Jahr als Leiter tätig war.

Schulzes Tätigkeit als Forscher.

Während seiner 40jährigen Tätigkeit als Forscher in **Zürich** hat sich Schulze nahezu ausschliesslich mit pflanzenchemischen Untersuchungen befasst, die im innigsten Zusammenhang mit praktischen agrikultur-chemischen Forschungen stehen. Trotzdem Schulze immer Beziehungen zur praktischen Landwirtschaft hatte, Beziehungen, die sich aus einem intimen Gedankenaustausch mit seinem rühmlich bekannten Schwiegervater Dr. Adolf Krämer, Professor für landwirtschaftliche Fächer an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, ergaben, so hatte er doch, seinen Neigungen entsprechend und auch im Hinblick auf die Tatsache, dass im Lande vorzügliche Institute für praktische Forschungen bestehen, kaum jemals Fragen rein praktischer Natur in das Bereich seiner Untersuchungen gezogen.

Seine erste, bedeutende Arbeit publizierte er mit seinem Freunde Maercker im Jahre 1870 im Journal für Landwirtschaft. In dieser Untersuchung: „Über die sensiblen Stickstoffeinnahmen und -Ausgaben des volljährigen Schafes und die Ausnutzung einiger Futterstoffe durch dasselbe“ wurde unter anderen der Beweis dafür erbracht, dass die von Voit durch Versuche am fleischfressenden Tiere ermittelten Gesetze des Eiweissumsatzes und -Ansatzes im wesentlichen auch für den Wiederkäuer gelten.

Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten wurde ferner gezeigt, dass im Harn der Wiederkäuer stickstoffhaltige Körper ausser Harnstoff und Hippursäure in wesentlicher Menge nicht vorkommen, und dass es möglich ist, mit sehr grosser Genauigkeit aus dem Stickstoffgehalt dieser beiden Körper den Gesamtstickstoffgehalt des Harns der Wiederkäuer zu bestimmen. Ferner gelangten Schulze und Maercker bei ihren Fütterungsversuchen an Schafen zur Ansicht, dass wahrscheinlich auch beim Schaf der verdaute Anteil der Rohfaser mit Zellulose identisch ist.

Im Anschluss an die Fütterungsversuche mit Schafen wurden auch Untersuchungen über die Zusammensetzung der Schafwolle und die Elementarzusammensetzung der tierischen Fette (vom Schaf und Rind) ausgeführt.

Gleich im ersten Jahre seiner Tätigkeit in Zürich trat Schulze mit einer bedeutsamen Arbeit über die Zusammensetzung des Wollfetts hervor. Er fand, dass das Wollfett neben dem gewöhnlichen Cholesterin noch einen anderen isomeren Alkohol, das Isocholesterin, enthält. Beide sind zum Teil in freiem Zustand, zum Teil in Form von Estern im Wollfett enthalten.

Nach Abschluss dieser tierchemischen Untersuchungen wandte sich Schulze nun den pflanzenchemischen Arbeiten zu, auf welchem Gebiet er so viel neues geschaffen und durch epochemachende Ergebnisse die biochemische Forschung in neue Bahnen gewiesen hat. Es ist gewiss nicht zu verkennen, dass die Forschungs-Ergebnisse über den Eiweissumsatz in den Keimpflanzen wesentlich dazu beitragen, dass die Chemie der Eiweisskörper von den bedeutendsten Chemikern unserer Zeit bearbeitet wird. Durch diese

Arbeiten ist die Chemie der Proteinsubstanzen in kurzer Zeit auf eine ungewohnte Höhe, ja bis zu einem gewissen Abschluss gebracht worden.

In der am 24. Juni d. J. stattgefundenen Sitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft hob der Vorsitzende M. Delbrück die Verdienste Schulzes mit folgenden Worten hervor: „Seine Arbeiten auf dem Gebiete des Eiweissabbaues, insbesondere beim Keimungsvorgang, sind so bekannt und ihre Kenntnisse so unentbehrlich für jeden, der sich mit den einschlägigen Fragen beschäftigt, dass ich nur darauf hinzuweisen brauche."

Im Zusammenhang mit einer auf der Versuchsstation in Darmstadt ausgeführten Untersuchung über den Nährwert der Rüben wurde gefunden, dass der Rübensaft eine beträchtliche Menge von Amiden — neben dem schon kannten Betain — enthält. Es gelang nun zunächst, aus dem Saft durch Kochen mit Salzsäure Glutaminsäure darzustellen, und Schulze sprach sofort die Ansicht aus, dass der Rübensaft ein Homologes des Asparagins, welches er Glutamin nannte, enthalte. Durch weitere eingehendere Untersuchungen gelang es sodann, dieses Amid in freiem Zustand zu isolieren und dessen weite Verbreitung im Pflanzenreich und Entstehen beim Eiweissumsatz in den keimenden Pflanzen nachzuweisen. In vielen Pflanzen vertritt das Glutamin das Asparagin.

Die Isolierung des reinen Glutamins gelang im Jahre 1878 durch Füllen der mit Bleiessig gereinigten Pflanzenextrakte mit Merendinitrat. Dieses Füllungsmittel hat dann im Laufe der Zeit weitere Anwendung bei pflanzenchemischen Untersuchungen gefunden und mit Hilfe dieses Reagenzes gelang auch die Darstellung einer neuen basischen Substanz des Arginins und des Glukosids, Vernins, sowie die Isolierung anderer Stickstoffverbindungen aus Pflanzensäften, z. B. des Allantoins.

Die Ergebnisse, dass in den Pflanzen neben Proteinstoffen wechselnde Mengen verschiedener Stickstoffverbindungen (Glutamin, Asparagin, Ammoniak und andere Basen) vorkommen, veranlassten Schulze zu einer Kritik über die bestehenden Methoden der Bestimmung stickstoffhaltiger Stoffe in den Pflanzen. Es wurden Vorschläge zur gesonderten Bestimmung der einzelnen Stickstoffverbindungen gemacht, die dann, durch weiteres Material kritisch gesichtet, zu brauchbaren Methoden der Pflanzenchemie sich umgestalteten.

Die pflanzenchemischen Untersuchungen erstrecken sich beinahe auf alle die wichtigsten Futterpflanzen und auf viele andere Kulturpflanzen, wobei anfänglich bei den Untersuchungen das Hauptaugenmerk auf die stickstoffhaltigen Verbindungen gerichtet wurde. Im Laufe der Jahre wurde das Vorhandensein von Amidovaleriansäure, Leucin, Isoleucin, Tyrosin, Phenylalanin, Prolin, Tryptophan, Histidin, Lysin, Arginin, Guanidin, Hypoxanthin, Xanthin, Vernin, Vicin, Convicin, Allantoin und Stachydrin in vielen Pflanzen und Keimpflanzen nachgewiesen, ferner auf die weite Verbreitung des Cholins und der Betaine (Trigonellin, Stachydrin, Betain usw.) hingewiesen, deren Untersuchung den Forscher noch auf seinem Krankenlager intensiv beschäftigt hat. Mit der Bedeutung des Asparagins und des Glutamins beim Eiweissumsatz und mit den Problemen der Eiweiss-Synthese in den Pflanzen hat sich Schulze bis an sein Lebensende befasst, und wenn es ihm auch nicht gelungen ist, die Eiweiss-Synthese aufzuklären, so hat er doch auch hierzu wesentliche Beiträge geliefert und den Eiweissumsatz in den Keimpflanzen aufgeklärt. Welcher Chemiker und Biologe kennt nicht diese Untersuchungen, die im Jahre 1875 ihren Anfang nehmen und deren Ergebnisse vor allen Dingen in den Preussischen

Landwirtschaftlichen Jahrbüchern und auch in der Zeitschrift für physiologische Chemie ausführlich wiedergegeben sind?

Schon in der zweiten Publikation über diesen Gegenstand im Jahre 1878 machte Schulze auf die eigentümliche Zusammensetzung etiolierter Keimpflanzen und auf den hohen Gehalt an Asparagin aufmerksam. Schon damals folgerte er aus diesen Beobachtungen, dass in den Keimpflanzen die Eiweisszersetzungsprodukte sich nicht mehr in demjenigen Mengeverhältnis vorfinden, in welchem sie aus den Eiweisstoffen ursprünglich entstanden sind, und dass allem Anschein nach die beim Eiweisszerfall neben Asparagin entstandenen stickstoffhaltigen Verbindungen sich zum grössten Teil in Asparagin verwandeln.

Im Laufe der Zeit wurden sodann eine grosse Anzahl pflanzlicher Eiweissstoffe dargestellt und auf ihre Spaltungsprodukte untersucht. Nachdem ferner auch seine Schüler ausserhalb unseres Instituts sich lebhaft an der Diskussion über die Frage nach dem Eiweissumsatz in den Keimpflanzen beteiligt hatten und auch in unserem Laboratorium der Nachweis erbracht worden war, dass die Eiweissspaltung in den Keimpflanzen ein fermentativer Prozess ist, gelangte Schulze zu folgender Ansicht über den Eiweissabbau in den Keimpflanzen: Das Asparagin entsteht in Keimpflanzen auf Kosten von Eiweisstoffen und entstammt bei der Bildung in verdunkelten jungen grünen Pflanzen oder in jungen Blättern und Sprossen der gleichen Quelle. Auch das Arginin entsteht durch direkten Zerfall des Eiweisses beim Keimungsprozess. Beim Zerfall der Eiweissmoleküle in Keimpflanzen, vielleicht auch in den sich entwickelnden Blattknospen usw., entstehen die einzelnen Amide in demselben Mengenverhältnis, wie bei der Spaltung der Eiweisstoffe durch Säuren und andere Agentien ausserhalb des Organismus, jedoch mit dem Unterschied, dass in ersterem Falle nicht Asparaginsäure und Glutaminsäure, sondern die Amide dieser Aminosäuren, nämlich Asparagin und Glutamin sich bilden. Aminosäuren finden sich aber nicht mehr in diesem Mengenverhältnis vor, denn diese unterliegen im pflanzlichen Stoffwechsel dem Verbrauch; es ist aber möglich, dass dabei das eine rascher verbraucht wird als das andere. Die Anhäufung von Asparagin in den Keimpflanzen wird durch die Bildung dieses Amids aus anderen Produkten des Eiweissumsatzes verursacht. Als eine der wichtigsten Stützen dieser wiederholt von Schulze ausgesprochenen und mit Erfolg verteidigten Ansicht gilt die durch viele experimentelle Untersuchungen aufgefundene Tatsache, dass das Asparagin in manchen Fällen sich noch in starkem Masse bildet, wenn der Eiweisszerfall der betreffenden Pflänzchen schon sein Ende erreicht hat.

Den von Schulze in bezug auf Asparaginbildung ausgesprochenen Schlussfolgerungen, die schon durch die Arbeit von Balicka-Iwanowska eine Bestätigung erhalten haben, hat sodann auch D. Prianischnikow zugestimmt. Auch einige von E. Godlewski beim Studium der intramolekularen Atmung der Pflanze gemachten Beobachtungen stehen im Einklang mit jenen Schlussfolgerungen.

Durch diese Untersuchung wurde auch die frühere Ansicht Pfeffers, dass das Eiweiss in der Pflanze in Asparagin und Kohlehydrate zerfallt, endgültig widerlegt.

Es sei nochmals hervorgehoben, dass von Schulze folgende stickstoffhaltige Verbindungen in Pflanzen entdeckt wurden: das Glutamin, das sich als ein Amid der Glutaminsäure erwies; das Phenylalanin, das als

α Amino- β Phenylpropionsäure aufgeklärt wurde, das **Arginin**, dessen Konstitution ebenfalls in unserem Laboratorium durch Synthese und Spaltung festgestellt wurde. Es erwies sich als ein Guanidinderivat der α-Aminovaleriansäure von folgender Formel:

$$\begin{array}{l} \quad NH_2 \\ C-NH_2 \\ \quad NH_1\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CHNH_2\,COOH. \end{array}$$

In den Wickensamen und anderen Pflanzenobjekten wurde das **Vernin** aufgefunden: diese stickstoffhaltige Substanz liefert bei der Spaltung mit Säuren Hypoxanthin und eine Pentose die α-Ribose und wurde somit als identisch mit dem durch Spalten von Nukleinsäuren entstehenden Guanosin erkannt.

Auch die Konstitution des Leucins wurde von Schulze mit seinen Mitarbeitern aufgeklärt. Das Leucin erwies sich als α-Amidoisobutylessigsäure.

Bei den langjährigen Untersuchungen der Lupinenarten wurde auch das Alkaloid Lupidin entdeckt.

In den Stachysknollen wurde das Stachydrin nachgewiesen, dessen Konstitution ebenfalls in unserem Laboratorium ermittelt wurde. Es ist ein Betain des Prolins von folgender Zusammensetzung:

$$\begin{array}{ccc} CH_2 - CH_2 & & \\ & | & \\ CH_2 \quad CH-COO & & \\ N & & \\ CH_3 \quad CH_3 & & \end{array}$$

Das Stachydrin wurde später noch in anderen pflanzlichen Objekten nachgewiesen.

Schulze hat wohl zuerst auch erkannt, dass man durch Extraktion mit Äther die Fettsubstanzen aus Pflanzensamen nicht vollständig extrahieren kann; es hinterbleibt ein Rückstand, aus dem durch öfteres Auskochen mit absolutem Alkohol „Lecithin" gewonnen werden kann. An diese Beobachtungen schliessen sich sodann die Untersuchungen über die pflanzlichen Lecithine (Phosphatide). Schulze erkannte, dass diese Verbindungen die nämlichen Spaltungsprodukte (Fettsäuren, Glyzerin, Phosphorsäure, Cholin, Aminoalkohol) liefern, wie die tierischen Lecithine.

An die Untersuchung über die ätherlöslichen Pflanzenbestandteile schliessen sich die verschiedenen Untersuchungen über die pflanzlichen Cholesterine, die Phytosterine, an. Es wurde die Anwesenheit der Phytosterine in vielen pflanzlichen Objekten nachgewiesen und eine brauchbare Methode zu deren Bestimmung ausgearbeitet.

Einen breiten Rahmen nehmen auch die Untersuchungen über die Kohlehydrate der Pflanzen ein. Es sei nur auf die Untersuchungen über die Verbreitung des Rohrzuckers und dessen Bedeutung als „Wanderstoff" hingewiesen.

Im Bd. 31 dieser Zeitschrift wurde von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen eine Preisaufgabe folgenden Inhaltes gestellt:

> „Es wird gewünscht, eine eingehende, insbesondere chemische Untersuchung 1. des stickstoffreien Reservestoffs, welcher in den Samen der gelben und blauen Lupine die Stelle des für gewöhnlich in den Samen der Leguminosen enthaltenen Stärkemehls vertritt, sowie 2. der Umwandlung dieses Reservestoffs bei der Keimung."

Eine im September 1907 von Schulze und seinem Mitarbeiter eingereichte Konkurrenzschrift, in welcher obige Fragen in mustergültiger Weise gelöst sind, wurde von der genannten Gesellschaft mit dem Preis gekrönt.

An diese Arbeit schliessen sich die eingehenden Untersuchungen über die Bestandteile der pflanzlichen Zellmembranen an. Schulze konnte zeigen, dass die Zellwandungen verschiedener pflanzlicher Objekte Kohlehydrate enthalten, welche in ihrem Verhalten der Zellulose gleichen, sich aber dadurch von der eigentlichen Zellulose unterscheiden, dass sie sich leicht in verdünnten warmen Säuren und Alkalien auflösen. Diese Zellwandbestandteile, die sich als Xylane, Arabane, Galaktane, Mannane erwiesen und in den Pflanzen die Rolle von Reservestoffen spielen, hat Schulze bekanntlich mit dem Namen Hemizellulosen belegt. Es wurde weiter konstatiert, dass auch die „echte Zellulose“ bei der Hydrolyse nicht nur Dextrose, sondern auch andere Glukosen liefert.

Bei Untersuchung der Stachysknollen wurde die kristallisierende Stachyose aufgefunden und als ein Trisaccharid erkannt.

Die bei seinen Untersuchungen gewonnenen Beobachtungen und Ergebnisse hat Schulze wiederholt benutzt, um sich an der Diskussion über analytische Methodik der Pflanzenuntersuchung zu beteiligen. Von ihm rühren allerlei Vorschläge, welche sich auf eine teilweise Umgestaltung der Futtermittelanalyse beziehen, die vielleicht noch nicht genügend Beobachtung gefunden haben.

Einen denkwürdigen Abschluss fanden die Arbeiten Schulzes in der in dieser Zeitschrift Bd. 73 publizierten grossen Untersuchung: „Über die chemische Zusammensetzung der Samen unserer Kulturpflanzen.“ Hier werden die bei der qualitativen und quantitativen Untersuchung der Samen angewendeten Methoden nochmals kurz zusammengefasst und die genauere chemische Zusammensetzung vieler Pflanzen angeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden einen dauernden Wert für die Agrikulturchemie haben und die Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem Gebiete geben.

Durch die Ergebnisse der Forschungen Schulzes auf biochemischem Gebiet ist auch dargetan, dass die chemische Zusammensetzung der Pflanzen in mancher Beziehung mit derjenigen des Tieres übereinstimmt.

Mit staunenswerter Energie und rührender Geduld hat er, trotz seiner schwachen Augen, dank seinem aussergewöhnlichen Gedächtnis, noch eigenhändig bis zu seiner Erkrankung im Laboratorium tätig sein können.

Alle Untersuchungen hat Schulze stets mit der peinlichsten Genauigkeit durchgeführt, und wenn er an der Exaktheit der Ergebnisse zweifelte, so mussten die Versuche öfters wiederholt werden.

Seine Kritik war stets eine ruhige und vollständig sachliche, niemals zu einem Streit ausartende, und immer hat er durch seine klaren, oft vielleicht etwas breiten Ausführungen, die Einwände seiner Gegner widerlegen können.

Schulze hat nie grossen Verkehr gepflegt, er ist ganz in seiner Wissenschaft aufgegangen und lebte nur ihr und seiner Familie.

Im persönlichen Verkehr war er ausserordentlich zurückhaltend, schweigsam und ernst. Seinen Mitarbeitern und Schülern war er aber stets ein guter Berater und zuvorkommender Lehrer; seine grosse Ruhe und Gelassenheit, seine Furcht vor gewagten Spekulationen, waren eine Wohltat für manche Anfänger, die in unserm Laboratorium Neues lernen wollten und Anregung suchten.

In seiner grossen Bescheidenheit sprach er nie von sich oder von ihm zuteil gewordenen Auszeichnungen, die ihm nicht deswegen lieb waren, weil sie ihm Ansehen nach aussen verliehen, sondern nur insofern er darin den Ausdruck der Anerkennungen seiner Leistungen erblickte. An Auszeichnungen hat es ihm nicht gefehlt. Mitte der 80er Jahre wurde ihm die silberne Liebigmedaille zuteil. In den 90er Jahren erhielt er vom russischen Zaren ein prachtvolles Geschenk als Dank und Anerkennung für die Unterstützung, die er seinen russischen Mitarbeitern hatte zuteil werden lassen. Bei seinem 70. Geburtstage wurde er zum Dr. med. hon. causa der Universität Heidelberg promoviert.

Mit Schulze ist ein bedeutender Agrikulturchemiker, ein trefflicher Mensch aus dem Leben geschieden. Er hat sich durch seine vielseitigen Untersuchungen ein bleibendes Denkmal gesetzt. Ehre seinem Andenken![1])

Johannes Heuscher (1858—1912, Mitglied der Gesellschaft seit 1889).

„Geboren am 15. Mai 1858 in Gais (Appenzell), kam der talentvolle Jüngling, nachdem er die Kantonsschule in Trogen absolviert, 1875 ins Lehrerseminar nach Küsnacht. Er amtete hierauf 1878—1880 als Lehrer an der Primarschule in Gossau und war dann 10 Jahre lang Privatlehrer in der Gemeinde Hirslanden. Neben seiner Lehrtätigkeit beschäftigte er sich eifrig mit naturwissenschaftlichen, speziell mit zoolog. Studien."

(Dr. Hofer in der N. Z. Z., Nr. 324 vom 21. Nov. 1912.)

„Johannes Heuscher hat seine wissenschaftliche Laufbahn im Winter 1887/88 begonnen. Als Lehrer in Hirslanden wurden ihm in jener Zeit die Fächer Zoologie und Botanik an der damaligen Tierarzneischule zunächst stellvertretungsweise für den erkrankten Prof. Asper übertragen. Nach dessen Hinschiede traf ihn am 5. Sept. 1889 die Wahl zum Nachfolger, so dass er von da ab definitiv als Lehrer für diese Wissensgebiete angestellt war; im Okt. 1895 wurde er zum Professor ernannt. Bis zum Jahre 1902 hat der Verstorbene diese Fächer vertreten, bis zu der Zeit, zu welcher durch Angliederung der Tierarzneischule als Fakultät an die Hochschule die Fächer Zoologie und Botanik an die philosophische Fakultät übergingen. Von 1895—1902 war Heuscher gleichzeitig auch Privatdozent an der mathematisch-naturw. Sektion der philos. Fakultät und hielt Vorlesungen über Zoologie und Biologie der Süsswasserorganismen, während er von 1902 ab bis zum vergangenen Sommer-Semester als ausserordentlicher Professor an der vet.-med. Fakultät über Parasitologie, Fischzucht, Fischkrankheiten und Zooplankton der schweizerischen Seen dozierte. Die gleichen Fächer vertrat er seit 1897 als Privatdozent an der Eidg. Techn. Hochschule. Seine Lehrtätigkeit erstreckte sich also in gleich fruchtbringender Weise auf beide Hochschulen. Sein Vortrag war, wie der ganze Mann, schlicht, ansprechend und überaus klar.

Heuscher war einer der ersten begeisterten Schüler des 1889 für Zoologie und vergl. Anatomie nach Zürich berufenen Prof. Arnold Lang. Unter seiner Leitung hat der Verstorbene eine gründliche und heute noch als sehr wertvoll

[1]) Ein vollständiges Verzeichnis der Publikationen Schulzes findet sich an der Originalstelle dieses Artikels. Wir müssen hier aus Raummangel auf eine Wiedergabe verzichten.

anerkannte Untersuchung durchgeführt über Proneomenia Sluiteri, ein interessantes Weichtier der marinen Fauna; diese Studie brachte ihm den Doktorhut ein.

Neben seiner Stellung als Dozent war er in den Jahren 1892—1894 2. Assistent am zoologischen Institute und von da ab bis heute Direktorialassistent am zoologischen Museum beider Hochschulen. Die zoologische Sammlung weist eine grosse Zahl von Objekten auf, die seine feine, kunstsinnige Hand präpariert und skizziert hat.

Seine wissenschaftlichen Untersuchungen wandten ihn schon frühzeitig der Lebewelt der einheimischen Gewässer zu und ihr hat er sein Lebenswerk gewidmet. Dieses galt der Ermittelung der Existenzbedingungen und Lebensverhältnisse der Süsswasserfische. Als scharfer Beobachter und gründlicher Kenner der Tierformen und ihrer biologischen Verhältnisse war Heuscher eine allgemein anerkannte Autorität.

Diese Forschungen brachten ihn mit der praktischen Tätigkeit zusammen: So gehörte er seit nahezu drei Dezennien sowohl der vom h. Regierungsrate ernannten Fischereikommission, als auch der interkantonalen Fischereikommission für den Zürich- und Walensee an. Er war der wissenschaftliche Berater dieser beiden Verwaltungskörper und leistete als solcher dem Lande wertvolle Dienste. In uneigennütziger Weise förderte er so durch sein reiches Wissen und die praktische Erfahrung unser schweizerisches Fischereiwesen. Das Gedeihen dieses Wirtschaftsgebietes lag ihm sehr am Herzen; seine Tätigkeit hat reiche Früchte getragen. Der öffentlichen Verwaltung stand er in liebenswürdiger Weise begutachtend zur Seite; in den Versammlungen der schweizerischen Fischerei-Vereinigungen wirkte er durch stets gerne gehörte instruktive Vorträge mit sichtbarem Erfolge. Seinen überzeugenden Darlegungen ist es gelungen, in unseren Landesgegenden die Berufsfischer zu erspriesslicher Mitarbeit an der künstlichen Fischzucht zu gewinnen.

In Heuscher erblickte der h. Bundesrat die geeignete Persönlichkeit zur Abordnung an internationale Fischereikongresse und an Konferenzen zur Anbahnung internationaler Übereinkünfte. Auch übertrug ihm das eidg. Departement des Innern die Leitung zahlreicher Kurse zur Heranbildung von Fischereiaufsehern.

Publizistisch entfaltete der Verstorbene auf seinem praktischen Gebiete eine reiche Tätigkeit. Neben der Redaktion der schweizerischen Fischereizeitung ist die von ihm im Jahre 1904 herausgegebene Anleitung zur Aufzucht von Forellen-Sömmerlingen ein Werk von bleibendem Werte.

Überblicken wir das Lebenswerk Johannes Heuschers, so springen die grossen, unvergesslichen Verdienste des Heimgegangenen auf dem Gebiete des Fischereiwesens zuerst in die Augen. Er hat darin für das Land Bleibendes geschaffen, was ihm sowohl bei Behörden wie in privaten Fachkreisen dauernd ein ehrenvolles Andenken sichert.

Die Kenntnisse, die er für das Allgemeinwohl zur Geltung bringen konnte, ruhten auf gründlicher wissenschaftlicher Basis. Vielseitig veranlagt und mit hervorragenden Geistesgaben ausgestattet, hat er sich als junger Lehrer mit Leichtigkeit und grosser Liebe in die zoologische Wissenschaft eingearbeitet. Er hat dabei eine seltene Vielseitigkeit entwickelt, die in seiner mannigfachen Betätigung im Schuldienste von der Volksschule bis zur akademischen Tätigkeit, in seiner bedeutenden musikalischen Begabung und in dem geradezu künstlerischen Zeichentalent zum Ausdruck kommt.

Seine Kollegen von der Zoologie und von der Veterinärmedizin schätzten seinen treuen und offenen Charakter, seine einfache schlichte Art und seinen goldenen Humor. Seine stets hilfsbereite Hand wurde durch ein gutes Herz geleitet.

Nun hat dieses Herz aufgehört zu schlagen, die treuen Augen haben sich geschlossen, der beredte Mund ist verstummt.

Wir alle, denen es vergönnt war, mit ihm, unserem teuren Entschlafenen, zu arbeiten, werden allezeit sein Andenken im Herzen bewahren."

Prof. Dr. Otto Zietzschmann.

Otto Wilhelm Fiedler (1832—1912, Mitglied der Gesellschaft von 1867 bis 1907, Präsident 1884—1886).

Den nachfolgenden Nekrolog entnehmen wir mit gütiger Erlaubnis von Verfasser und Redaktion der schweizerischen Bauzeitung, ebenso das Klischee.

Ein an Arbeit, aber auch an bleibenden Erfolgen reiches Leben hat am 19. November einen sanften Abschluss gefunden: Dr. Wilhelm Fiedler, von 1867 bis 1907 Professor der darstellenden Geometrie und der Geometrie der Lage an der Eidg. Technischen Hochschule, ist in seinem 81. Lebensjahre in Zürich gestorben. Volle 40 Jahre hat der anerkannte Meister der darstellenden Geometrie mit unermüdlicher Hingabe und Begeisterung an unserer Technischen Hochschule gewirkt, und Tausende von Schülern, die jetzt in der ganzen Welt tätig sind, sind von ihm in den konstruierenden Wissenschaften ausgebildet worden und haben in seinem Unterrichte Eindrücke gewonnen, die zu den stärksten und nachhaltigsten ihrer Studienjahre gehören. Die Eidg. Technische Hochschule hat in Wilhelm Fiedler einen ehemaligen Lehrer verloren, dessen Weltruf als Gelehrter und Schriftsteller ihr Jahrzehnte hindurch zur Zierde gereicht hat.

Wilhelm Fiedler wurde am 3. April 1832 in Chemnitz geboren als der Sohn eines ehrbaren Schuhmachers, eines Meisters von altem Schrot und Korn. Eine zarte Gesundheit und der Durst nach Bildung und Wissen verwiesen ihn auf das Studium; eine frühzeitige Begabung verschaffte ihm Gönner, die es ihm erleichterten, die höheren Schulen seiner Vaterstadt und den mechanisch-technischen Kurs der Bergakademie in Freiberg zu durchlaufen. Aber schon im Jahre 1852 musste infolge Übernahme einer Lehrstelle auf weitere akademische Studien verzichtet werden und mehr denn je war Fiedler auf seine eigene Kraft verwiesen. Eine hervorragende künstlerische Begabung, die sich in formenklaren Freihandzeichnungen offenbarte, die heute noch einen Ehrenplatz im Fiedlerschen Hause einnehmen, führten ihn zum Studium der konstruktiven Ideen, die Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer und Lambert in der *Perspektive* entwickelt hatten, und die durch Möbius, Poncelet, Steiner und v. Staudt zur Blüte gelangte *synthetische Geometrie* zeitigten in Verbindung damit 1858 seine Dissertation, die der *Zentralprojektion* als geometrischer Wissenschaft gewidmet war. Diese Dissertation enthält auch schon den Keim zur Lebensarbeit Fiedlers auf dem Gebiete der darstellenden Geometrie, die Erkenntnis von der wichtigen Rolle, welche die *Geometrie der Lage* bei den Konstruktionen der darstellenden Geometrie spielt. Schon der erste Unterricht in der darstellenden Geometrie hatte ihm den nämlichen Weg gewiesen und Lehrer und Gelehrter sind in Wilhelm Fiedler zeitlebens untrennbar



Prof. Dr. O. W. Fiedler
1832 — 1912



verbunden geblieben: die Lehrtätigkeit stellte die Probleme und gab oft auch den Ansatz zu ihrer Lösung, die wissenschaftliche Erkenntnis vertiefte und befruchtete den Unterricht. Mit Nachdruck hat Fiedler in ausgezeichneten Abhandlungen seine Reform der darstellenden Geometrie, ihre methodische Verknüpfung mit der Geometrie der Lage vertreten, bis sein 1871 zuerst erschienenes Hauptwerk, „Die darstellende Geometrie in organischer Verbindung mit der Geometrie der Lage", eine methodische Zusammenfassung und Darstellung brachte.

Aber schon im Jahre 1864 hatte Fiedler einen Ruf an die Technische Hochschule in Prag angenommen, der ihm die Möglichkeit bot, seine Reformgedanken in freien Hochschulvorlesungen vor gut vorbereiteten Zuhörern zu entwickeln und in reichlichen damit verbundenen Konstruktionsübungen zur Anwendung zu bringen. Nach drei Jahren schon, 1867, folgte Fiedler dem Rufe an unsere Eidg. Technische Hochschule, der er, zahlreiche Berufungen, die im Laufe der Jahre an ihn herantraten, ausschlagend, treu geblieben ist, bis ihn sein hohes Alter vor fünf Jahren gezwungen hat, sein Amt niederzulegen. Die ausgedehnten Kenntnisse in der Geometrie der Lage, die Culmann bei seinen Zuhörern voraussetzte, eröffneten Fiedler ein Wirkungsfeld, das seinen wissenschaftlichen Ansichten entsprach und dem sein ausgeprägtes Lehrtalent in hervorragender Weise gerecht werden konnte. Ein glänzender Dozent, hat es Prof. Fiedler verstanden, seinem Stoffe immer wieder neue Seiten abzugewinnen und die von der graphischen Statik geforderten Vorkenntnisse anschaulich zu vermitteln, ohne den Anwendungen, die bei Culmann reichlich folgten, vorzugreifen. Nicht gering waren freilich die Anforderungen, die ein solcher Unterricht an die Studierenden, an ihre Vorstellungskraft und ihren Fleiss bei der Überwindung der geistigen und konstruktiven Schwierigkeiten stellte und mancher erlahmte auf halbem Wege. Prof. Fiedlers Temperament kannte keine Kompromisse und hiess ihn die bestehenden Reglemente konsequent einhalten, trotzdem er schon frühe für die Studienfreiheit eingetreten war. Nur schwer konnte er sich den veränderten Verhältnissen, die nach Culmanns Tode und mit der weitern Entwicklung der Baustatik eingetreten waren, anpassen, da sie seiner innersten Überzeugung zuwiderliefen.

Prof. Fiedlers wissenschaftliche Tätigkeit beschränkte sich aber nicht auf die darstellende Geometrie, der er auch in seiner „Cyklographie" ein neues Gebiet eroberte. Die Geometrie der Lage beherrscht nicht nur die geometrischen Fragen der Statik, sondern auch der Kinematik und der Dynamik der starren Systeme; frühzeitig machte Fiedler aufmerksam auf den neuen Impuls, den diese Fragen durch die Arbeiten des englischen Astronomen Sir Robert Ball gewonnen hatten. Seine „Geometrie und Geomechanik" war die erste Würdigung und beste deutsche Einführung in diese Gebiete und lenkt unsere Aufmerksamkeit auf ein weiteres Arbeitsgebiet Fiedlers. Vom Beginne der 60er Jahre an hatte er die Vermittlung der neuen englischen Ideen und Methoden der analytischen Geometrie, die in George Salmon's Lehrbüchern zur Darstellung und Entwicklung gelangten, für die deutsche mathematische Welt übernommen. Eine selbständige Arbeit, 1862 erschienen, „Die Elemente der neuern Geometrie und der Algebra der binären Formen", leiteten die Übersetzungen und freien Bearbeitungen der Salmonschen Lehrbücher ein, die sich auf die analytische Geometrie der Kegelschnitte, der höhern ebenen Kurven, des Raumes und auf die linearen Transformationen beziehen und in immer neuen, den Fort-

schritten angepassten Auflagen mächtig zur Förderung der höhern Geometrie beitrugen. Für viele Fragen der algebraischen Geometrie bilden diese Lehrbücher das einzige Orientierungsmittel. Die formalen Methoden der Invariantentheorie fanden hier die erste systematische Anwendung auf die analytische Geometrie und wurden von Fiedler zur vollen Geltung gebracht durch die Verwendung seiner allgemeinen projektiven Koordinaten, die, aus der projektiven und der darstellenden Geometrie erwachsen, zur Grundlage der höhern analytischen Geometrie wurden. Der historisch gewordene Gegensatz zwischen den synthetischen und analytischen Methoden der Geometrie war so gegenstandslos geworden.

Von grosser Bedeutung sind diese vielseitigen wissenschaftlichen Erkenntnisse Fiedlers für die Fachlehrerabteilung der Eidg. Technischen Hochschule, deren Vorstand er von 1868 bis 1881 war, geworden. In Vorlesungen darüber, in seminaristischen Übungen im kleinen Kreise, in Anregungen vielfaltigster Art hat Prof. Fiedler die Studierenden dieser Abteilung gefordert und für die Wissenschaft begeistert und damit auch zur Hebung des schweiz. Gymnasiallehrerstandes Wesentliches beigetragen. Zahlreich sind seine Schüler, ausgerüstet mit seinen Ideen, an in- und ausländischen Mittel- und Hochschulen tatig, und fordern dadurch die Vorbildung der künftigen Generationen von Ingenieuren.

Der Name Wilhelm Fiedlers wird mit der Geschichte unserer höchsten technischen Bildungsanstalt für alle Zeiten in hohen Ehren verbunden bleiben.

Prof. Dr. Marcel Grossmann.

Palmir Rodari (1874 1912, Mitglied der Gesellschaft seit 1911).

Der nachfolgende Nekrolog wurde mit gütiger Erlaubnis der Redaktion der „Zürcher Wochenchronik" entnommen.

P. Rodari wurde im Jahre 1874 in dem graubündischen Dorfe Truns geboren, wo er die Primarschulen besuchte. Dann siedelten seine Leute nach Zürich über. Rodari besuchte hier die höheren Schulen und widmete sich dem Studium der Medizin; er war ein äusserst fleissiger und überaus tüchtiger Student. Schon in jungen Jahren bestand er das Doktorexamen und später bildete er sich als Magenspezialist aus. Er erlangte gar bald einen vorzüglichen Ruf. Eine Zeitlang dozierte er auch an der Universität in Zürich, wo er von seinen Studenten hoch verehrt wurde. Aber nicht nur in Zürich und in der ganzen Schweiz hatte der Name Dr. Rodari einen guten Klang. Man kannte den tüchtigen Arzt auch im Auslande sehr gut, und er musste oft weite Reisen unternehmen, um Konsultationen zu erteilen, so bis nach Korsika, Montenegro usw. Er war ein vielbeschäftigter Arzt und hatte eine ausgedehnte Praxis; neben seiner publizistischen Tätigkeit wirkte er auch noch in dem Institut Salus. Seine Ferien verbrachte er meist in den Städten Wien, London, Berlin, um in den Spitälern sein Wissen zu erweitern. So hat er sich denn überarbeitet.

Rodari war ein leutseliger, freundlicher Arzt. Er hat in der verhältnismässig kurzen Zeit seines Wirkens Tausenden von Leidenden geholfen. Die Trauer um den hochverdienten und menschenfreundlichen Arzt ist daher eine allgemeine. Wer ihn kannte, musste ihn gerne haben. Er ruhe im Frieden!

H.

Hermann Bleuler, Oberstkorpskommandant, gewesener Präsident des schweizerischen Schulrats, Mitglied der Gesellschaft von 1889 bis 1907.

Wir entnehmen den folgenden Nachruf mit Erlaubnis von Verfasser und Redaktion der „Zürcher Wochenchronik" vom 17. Februar 1912. Das Cliché wurde uns von Frau Oberst Bleuler-Huber freundlichst zur Verfügung gestellt.

Mit dem am 7. Februar in Zürich gestorbenen Oberst Hermann Bleuler ist ein Mann dahingegangen, der es verdient, dass die Eidgenossenschaft sich seiner in Hochachtung und Dankbarkeit erinnere. Wohl hat die Öffentlichkeit in den letzten Jahren nichts mehr von ihm gehört, denn auf eine lange Zeit reicher geistiger Tätigkeit, unentwegter Arbeit, weitreichenden Wirkens und hoher Anerkennung war ein stilles Alter gefolgt, verdunkelt durch ein unerbittlich fortschreitendes Leiden, das den einst rastlosen Arbeiter zur Tatenlosigkeit verurteilte. So war der Tod eine Erlösung, ein stilles Verlöschen. Aber dieser Hinschied ruft auch wieder in die Erinnerung, was der Tote gewesen, und er soll uns zu dankbarem Erinnern mahnen, nicht weniger stark, als wenn ein in den vordersten Reihen seines Volkes stehender Mann jäh aus vollem Wirken hinweggerissen wird. Hier, wo Jahre zwischen der Fülle des Lebens und dem Tode liegen, ist es eher möglich und zulässig, die Bedeutung eines Menschen zu würdigen, als wenn wir unter dem Eindruck eines unmittelbaren Verlustes stehen. Und Bleulers Verdienste sind mit den Jahren nicht verblasst, die Verehrung derer, die unter und mit ihm gewirkt, ist nicht verschwunden. Weshalb? Weil das Wirken des Verstorbenen nicht auf äusseren Erfolg und auf den Beifall des Tages berechnet war, sondern aus dem tiefsten Wesenszug des Hingeschiedenen, der Selbstlosigkeit, entsprang.

Hermann Bleuler wurde 1837 in der Eidmatt zu Hottingen geboren und wuchs dort im Kreise von fünf Geschwistern auf. Er entstammte einer Familie, die von alters her in der Gegend zwischen der Stadt und Zollikon begütert war und durch Generationen hindurch den dortigen Gemeinden verdiente Männer geschenkt hatte. Von den Vorfahren hatte er seinen klaren, nüchternen und strengrechtlichen Sinn und den Fleiss und die Treue in der Arbeit geerbt. Bleuler wählte, nachdem er am Staubschen Institut in Männedorf und an der zürcherischen Kantonsschule seine Vorbildung erhalten, das Ingenieurstudium an dem eben neugegründeten eidgenossischen Polytechnikum. 1858 absolvierte er mit bestem Erfolge das Diplomexamen und war, mit seinem Jugendfreund und spatern Schwager, P. E. Huber, einer der ersten acht Maschineningenieure, welche aus der neuen Anstalt hervorgingen.

Nach dreijähriger praktischer Tätigkeit in der Maschinenfabrik Bell in Kriens trat Bleuler im Jahre 1861 in die militärische Laufbahn über, in welcher ihm seine gründlichen technischen Kenntnisse von grossem Werte waren. Auf dem unter der Leitung des Obersten, nachmaligen Generals, Herzog stehenden Artilleriebureau in Aarau war Bleuler als wissenschaftlicher Konstrukteur tätig. Das von ihm konstruierte 8,4 cm Hinterladergeschütz stellte eine erhebliche Verbesserung gegenüber den andern, damals erst aufkommenden Hinterladern dar und begründete Bleulers Ansehen als einer Autorität auf dem Gebiete der artilleristischen Technik. Doch bald wurde der junge Offizier auch in der Instruktion verwendet, und gerade auf diesem so schwierigen Gebiet, wo wirkliche Erfolge nicht von Wissen und Können allein, sondern auch von hohen

moralischen Eigenschaften bedingt sind, hat er Bedeutendes geleistet und sich grosse Verdienste um das schweizerische Heer erworben. Bleulers militärische Laufbahn war eine, auch für die damaligen Verhältnisse, ungewöhnlich rasche. 1859 als Lieutenant brevetiert, wurde er 1862 Oberlieutenant im Artilleriestab, 1870 Oberinstruktor der Artillerie, 1871 (also mit 34 Jahren) Oberst, 1883 Kommandant der 6. Division und 1891 Kommandant des III. Armeekorps, in welcher Stellung er bis 1904 verblieb. Bei den Manövern des I. Armeekorps 1903 erlitt Oberst Bleuler einen schweren Unfall durch Sturz mit dem Pferde. Es war ihm nicht beschieden, dort aus vollem Wirken heraus einen schönen Soldatentod zu finden. Er genas; aber der schon seit Jahren überarbeitete Korper konnte sich nicht mehr völlig erholen und bald machte sich das Leiden bemerkbar, dem er nun erlegen ist.

Die neue Militärorganisation von 1874 hatte den Oberinstruktoren neue und bedeutende Aufgaben gegeben. Bleuler verstand es, seine Waffe mächtig zu heben, und das hohe Ansehen der Artillerie, in personeller und materieller Hinsicht, war neben einer ganzen Reihe anderer verdienter Offiziere doch wohl in erster Linie Oberst Bleuler zu danken. Bleuler war nicht nur Organisator, sondern auch Lehrer und Erzieher. Nicht durch einen glänzenden Vortrag, sondern durch die Klarheit der Gedanken und die volle, auf Intelligenz und Gewissenhaftigkeit beruhende Beherrschung des Stoffes erzielte Bleuler seine Erfolge als Lehrer. Als Erzieher wirkte er nicht durch Worte, sondern durch seine Persönlichkeit, der Strenge gegen sich selbst, geistige und körperliche Selbstzucht, Treue im Grossen und im Kleinen selbstverständliche Dinge waren. Der Geist im Offizierskorps der Artillerie, speziell auch im Instruktionskorps, war nicht zum mindesten deshalb ein so erfreulicher, weil der Oberinstruktor jedem Cliquen- und Strebertwesen unzugänglich war und dafür jede tüchtige Kraft anerkannte und die Offiziere zur Freude an Selbständigkeit und Verantwortung erzog. Von diesen hohen erzieherischen Eigenschaften hat ein als Militär wie als Kamerad Berufenster, Bleulers Nachfolger im Korpskommando, Oberst Wille, in der letzten Abschiedsstunde beredtes Zeugnis abgelegt.

Auch als Truppenführer hat sich der Verstorbene bewährt. Die Anlage seiner Manöver und die Kritiken, die er bei diesen Anlässen hielt, galten als musterhaft durch ihre Klarheit und Einfachheit: jene Einfachheit, welche das Wesentliche und doch spezifisch Schwierige im Kriege ist.

Bleulers militärisches Ansehen war so gross, dass für den Fall einer grösseren Mobilmachung in militärischen wie politischen Kreisen seine Wahl zum General als gegeben betrachtet wurde. Es ist selbstverständlich, dass auch in der Landesverteidigungskommission Bleulers Stimme von Gewicht war; es sei insbesondere an die Befestigung des Gotthardgebietes erinnert, ein Werk, für das Bleuler mit Entschiedenheit eintrat und dessen Wert auch weitesten Kreisen in schwierigen Zeiten verständlich werden dürfte.

Ein ungewöhnlicher Beweis des allgemeinen Vertrauens, das Bleuler genoss, lag auch darin, dass nach dem Tode von Bundesrat Hertenstein sich für die Nachfolge die Blicke in erster Linie auf Bleuler richteten, trotzdem der Verstorbene der Bundesversammlung nicht angehörte, sondern überhaupt völlig ausserhalb der Politik stand. Bleuler trat indessen auf eine Kandidatur nicht ein, vor allem, weil er das ihm fremde Gebiet der parlamentarischen Politik nicht zu betreten wünschte, zum Teil auch, weil er sich nicht dauernd von seiner engern Heimat losreissen wollte.



Oberstkorpskommandant Hermann Bleuler
1837 – 1912



Bleulers Wirken blieb nicht auf das Militär beschränkt. Seit 1881 gehörte er dem eidgenössischen Schulrate an, 1883, nach Alfred Eschers Tod, rückte er zum Vizepräsidenten und 1888, nach dem Tode Kappelers, zum Präsidenten vor. Die Annahme dieser hohen Stellung in der Bundesverwaltung zwang ihn, die Stelle eines Oberinstruktors aufzugeben; er folgte aber dem an ihn ergangenen Rufe, weil nicht nur der Bundesrat, sondern auch die schweizerische Technikerschaft, durch das Organ des Vereines ehemaliger Polytechniker, Bleuler als den gegebenen Mann für den so wichtigen Posten betrachtete. Der Entschluss konnte ihm nicht leicht sein, denn er musste ein Arbeitsfeld verlassen, auf dem er als Schöpfer und Organisator Bedeutendes geleistet und grosse Anerkennung gefunden, und auf ein Gebiet übertreten, auf dem ein anderer schon die Hauptarbeit der Organisation geleistet und Ruhm geerntet. Aber die Selbstlosigkeit des Verstorbenen kannte persönlichen Ehrgeiz nicht; Bleuler erblickte seine Pflicht darin, seine Kraft nun dem Polytechnikum zu widmen, um die Schule auf deren hohem Niveau zu erhalten. Mit der ihm eigenen Gewissenhaftigkeit wirkte er in dem neuen Amte, von früh bis spät tätig, und es war ihm vergönnt, eine ganze Reihe trefflicher Lehrer dem Polytechnikum zu gewinnen, von denen manche heute noch eine Zierde dieser Anstalt sind. Für die Stelle des Leiters einer Hochschule war Bleuler nicht nur durch seine grosse Arbeitskraft und durch seinen Takt im Verkehr mit Menschen befähigt, sondern auch durch seine umfassende, weit über Technik und Militärwissenschaft hinausreichende Bildung. Als Frühaufsteher und Haushalter mit seiner Zeit fand Bleuler Gelegenheit, neben seinen vielen Amtsgeschäften eine vielseitige Lektüre, namentlich auf dem Gebiete der Geschichte und Literatur, zu pflegen, und durch den Verkehr mit den Professoren des Polytechnikums wurde ihm stets geistige Anregung zuteil.

Im Jahre 1873 hatte Oberst Bleuler in Emma Huber von Zürich eine gütige und gemütvolle Lebensgefährtin gefunden, die in Liebe und Verehrung an ihm hing und ihn in den letzten Leidenszeiten, von treuen Krankenschwestern unterstützt, hingebend pflegte. Das Bleulersche Haus hat in langen Jahren sehr Vielen, namentlich auch Offizieren und Professoren, eine ebenso feine als liebenswürdige Gastfreundschaft geboten.

Ausserhalb des Familienkreises suchte Bleuler Vergnügen und Erholung fast ausschliesslich in körperlichen Übungen; er war ein vorzüglicher Reiter, Läufer und Bergsteiger von aussergewöhnlicher Ausdauer und durch Trainierung und Abhärtung hatte der Verstorbene seine an sich eher zarte Konstitution gestählt. Doch war der Wille stärker als der Körper und das Übermass von Arbeit, das er sich aus innerm Trieb und aus Pflichtgefühl zumutete, führte zu einem vorzeitigen Zusammenbruch.

Als Mensch war der Verstorbene schlicht, schlicht im Auftreten, in seinen Bedürfnissen, in seinem Wesen; und weder Erfolge noch äusseres Ansehen vermochten seiner natürlichen Bescheidenheit Eintrag zu tun. Als die tiefsten Wesenszüge des Verstorbenen betrachteten die, welche Bleuler nahe gestanden, die Güte und die Selbstlosigkeit. Seine Güte hiess ihn seinen militärischen Untergebenen gegenüber ein Kritiker sein, der, wenn auch von unbeirrbarer Objektivität und sachlicher Strenge, milde war in der Form und verständnisvoll für menschliche und persönliche Schwächen. Seine Güte, welche ihm die Hand öffnete für tausend grosse und kleine Anliegen, konnte, während er streng war gegen sich selbst, zur Schwäche gegen andere und von Unwürdigen ausgebeutet werden. Sie hat ihm in seinen späteren Lebensjahren Undank, Enttäuschung und viel Schweres gebracht.

Die tiefste Ursache seiner Erfolge und seiner Anerkennung war aber seine Selbstlosigkeit, die ihm erlaubte, immer die Sache, der er zu dienen berufen war, im Auge zu behalten, und die auch die Eifersucht und den Neid, die sonst so oft grosse Erfolge im Geleit haben, nicht aufkommen liess, oder rasch entwaffnete. Dass dem Verstorbenen, der sich nie in den Vordergrund stellte, unter allgemeiner Zustimmung eine Reihe der höchsten und wichtigsten Stellungen, welche die Eidgenossenschaft zu vergeben hat, übertragen oder zugedacht wurden, ist nicht nur ein Beweis für die Tüchtigkeit Bleulers, sondern auch dafür, dass Behörden und Volk sich des Wertes dieses Mannes bewusst waren.

Nach einem langen Leben im Dienste der Öffentlichkeit ist Oberst Bleuler geschieden. Möge die Schweiz immer wieder und vor allem in einer Schicksalsstunde solche Männer besitzen, auf welche, wie auf Bleuler, Volk, Heer und Regierung mit vollem Vertrauen blicken, weil ihnen die eigene Person nichts und die Sache des Vaterlandes alles ist.

Prof. Dr. Max Huber-Escher.

Zweiter Teil

Sitzungsberichte



Sitzungsberichte von 1912.

Protokoll der Sitzung vom 15. Januar 1912,
abends 8 Uhr auf Zimmerleuten.

Vorsitzender: Prof. Dr. C. Schröter.

Traktanden: Der Vorsitzende weist in seinem Eröffnungsworte auf die Jahreswende und die auch für unsere Gesellschaft so bedeutungsvollen Kreditgewährungen für die Neu- und Umbauten der Eidgenössischen Technischen Hochschule hin.

1. Das gedruckt vorliegende Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt, unter bestem Dank an die Autoreferenten.

2. Änderungen im Mitgliederbestand:

Der Vorsitzende gedenkt in warmen Worten unseres verstorbenen Ehrenmitgliedes Herrn Dr. Jakob Amsler-Laffon. Die Anwesenden erheben sich zu seinen Ehren von ihren Sitzen.

Ausgetreten ist Herr Escher-Lang.

Einstimmig aufgenommen wird Herr stud. phil. Breitbart.

Neu angemeldet sind folgende Herren:

Dr. Max Düggeli, Prof. für Bakteriologie an der Eidg. Technischen Hochschule, empfohlen durch Herrn Prof. Schröter.

Dr. Frei, Vorstand des veterinär-pathologischen Instituts der Universität, empfohlen durch Herrn Prof. Zietzschmann.

3. An der Feier des 25jährigen Jubiläums der physikalischen Gesellschaft am 27. Januar im Belvoir Zürich wird Vizepräsident Huber-Stockar als Vertreter unserer Gesellschaft unsere Glückwünsche überbringen.

4. Unterstützung der schweizerischen Grönland-Expedition.

Die Mitglieder haben das ausführliche Programm derselben, verfasst von ihrem Leiter, Herrn Dr. A. de Quervain, gedruckt erhalten. Dasselbe lautet folgendermassen:

Plan einer Schweizerischen Grönlandexpedition 1912/13, insbesondere der West-Ost-Durchquerung von Mittel-Grönland im Sommer 1912
von A. de Quervain.

Leitende Gedanken.

Grönland, die grösste Insel der Erde, ist in seiner mittleren Breite noch nie durchquert worden. Die Ost-West-Durchquerung Nansens im Süden hat selbst vom rein topographisch-geographischen Standpunkt hier eine fundamentale Aufgabe übrig gelassen.

Das Inlandeis, eine der merkwürdigsten, noch sehr wenig erforschten Oberflächenformen der Erde, welches das Innere Grönlands in einer für die Arktis einzigartigen Weise bedeckt, macht die Durchquerung auch noch zu einem speziell geophysikalischen Problem. Ob die Annahme Nansens zutrifft, welche dem Inlandeis Dicken bis zu 1500 m zuschreibt, und seine Oberflächenform nicht vom Untergrund bedingt, sondern als Gleichgewichtsfigur nur von seinen eigenen physikalischen Konstanten abhängig sein lässt, oder ob die Auffassung von E. von Drygalski und anderer Glaciologen zutrifft, welche viel geringere Dicken und eine direkte Abhängigkeit vom Untergrund annehmen, die Lösung dieser Fragen verlangt eine neue zentrale Durchquerung. Das hier berührte Problem der möglichen Eisdicken betrifft aber unmittelbar auch die schwebende Frage des Grades der Eiserfüllung und der Intensität der glaciogenen Talbildung unserer Alpen, eventuell den Betrag der Wirkung der einzelnen Eiszeiten.

Klimatische Inlandeisprobleme, noch wenig aufgeklärter Art, wie die schon 1909 von uns in Angriff genommenen der Beziehung zwischen Luftdruckverteilung, Windzirkulation (vergl. die neuerdings von Hobbs charakterisierte Inlandeisanticyclone), Temperatur und Niederschlag sind aktuell und überdies ihre Untersuchung in Grönland ebenso wesentlich auch für das Verständnis der im Vordergrund der Forschung stehenden Verhältnisse der Antarktika.

In letzterer Hinsicht bietet besonderes Interesse die Möglichkeit, auch auf den grossen Höhen des Inlandeises, die ohne Zweifel die grösste Erhebung innerhalb des Polarkreises darstellen werden, die in der Antarktis angedeutete obere Schneegrenze zu erreichen.

Die Durchquerung Grönlands in seiner mittleren Breite, ein Plan, welcher in unserer besondern Anordnung, verglichen mit ähnlichen Unternehmungen, verhältnismässig ausserordentlich geringen Kostenaufwand, aber allerdings den persönlichen Einsatz der Teilnehmer erfordert, wird zur Lösung aller dieser fundamentalen Fragen nach dem Urteil kompetenter Forscher wesentlich beitragen. Nansen selbst spricht sich sehr zu Gunsten weiterer Inlandeisforschungen aus.

Die Urteile weiterer Autoritäten auf dem Gebiet der Polarforschung, die beide auch in Grönland tätig waren, speziell über den vorliegenden Plan, seien angeführt.

E. von Drygalski, Leiter der deutschen Südpolarexpedition schreibt: „Ich halte den neuen Plan, der mich lebhaft interessiert, für sehr gut . . . . Ich wünsche Ihnen von Herzen schönsten Erfolg und werde Ihnen gerne helfen, wenn ich etwas tun kann. Nach Ihrer famosen Inlandeistour vom Sommer 1909 werden Sie sicher alles aufs Beste und Praktischste einrichten . . . .“

O. von Nordenskiöld, Leiter der schwedischen Südpolarexpedition äussert sich: „Dieses Projekt scheint mir ungemein interessant und wichtig zu sein. Ich glaube nicht, dass gegenwärtig eine andere ebenso wichtige Forschungsreise in den nördlichen Polargegenden möglich sei . . . .“

Wahl der Durchquerungsroute.

Die Erforschung des Inlandeises erfordert nach Überzeugung der Kenner mindestens nachfolgende zwei unerlässliche Durchquerungen, die eine in Nordgrönland, die andere in Mittelgrönland.

Die erstgenannte führt ungefähr von Upernivik nach Cap Bismark und war schon im Anschluss an die Mylius Erichsen-Expedition geplant. Die Kosten (ca. 300000 Fr.) hielten die Ausführung bis jetzt hintan. Mit durch das Bekanntwerden unseres Plans ist die Verwirklichung in naher Zeit nicht unwahrscheinlich. Mit den uns befreundeten voraussichtlichen Leitern in Deutschland und Dänemark ist ein Arbeiten nach gemeinsamen Gesichtspunkten verabredet worden.

Wesentlich viel ökonomischer an Zeit und Kosten und damit für uns gegeben ist die zweite Route, der schon 1909 von uns ins Auge gefasste Plan der Durchquerung 400—500 km nördlich von der Route Nansens, von der Diskobucht (Westküste 70° N) nach der Insel von Angmagsalik, dem einzigen bewohnten, jetzt jedes Jahr Ende August von einem dänischen Fahrzeug besuchten Punkt der Ostküste. Einzig bei diesem Plan besteht — seit kurzem — die Möglichkeit, die hohen Kosten eines eigenen Schiffes und einer Überwinterung an der Ostküste zu vermeiden. Dieser praktisch ungemein wichtige, ja die Expedition in unserer Weise überhaupt erst ermöglichende Umstand scheint bis jetzt übersehen worden zu sein. Es ist dies übrigens eine schon 1886 von Peary geplante Route und ungefähr der ursprüngliche, wegen der späten Jahreszeit notgedrungen aufgegebene Plan Nansens. Die innern Teile des Pearyschen und Nordenskiöldschen Vorstosses werden davon geschnitten und sicher gestellt.

Näherer Plan.

Im Frühsommer 1912 wird an der Ostküste im Sermilikfjord bei Angmagsalik (nach schon geschehener persönlicher genauer Verabredung mit dem dortigen Kolonievorsteher) ein Depot samt vier Kajaken errichtet. Abmachung zum Absuchen der Küste zwischen dem 20. Juli und 20. August. Hinsendung dieses Depots Mitte August 1911. Im Sommer 1911 auch Bestellung der Hunde und Abrede für Hülfsmannschaften in Egedesminde (Westgrönland); Verständigung mit den westgrönländischen Kolonien (alles dies ist mit Verwendung des Sammlungsertrages der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft schon im letzten August geschehen).

Am 1. April 1912 Abfahrt der Expedition (6 Europäer) nach Holstenborg (Westgrönland) mit Dampfer „Hans Egede“, 25. April bis 25. Mai Aufenthalt in Holstenborg zu möglichster Erlernung der Hundeschlittenpraxis.

Ende Mai, spätestens etwa 1. Juni Ankunft in Egedesminde.

Etwa 4. Juni Abfahrt mit Booten der Kolonieverwaltung nach Torsukatakfjord und Basis der Nugsuakhalbinsel oder nach Orpiksuitfjord, dessen grönländische Ansiedlung jetzt schon benachrichtigt ist und Hunde bereit hält. Zirka 7.—20. Juni Überwindung der zerklüfteten Randzone mit einer Hülfskolonne, die etwa 50—60 km mitkommt und von zwei Europäern (Prof. Mercanton und Dr. Stolberg) zurückgeführt wird.

Von da ist die Expedition auf zwei getrennten Gebieten tätig.

A. Durchquerung.

15. Juni bis 1. August Durchquerung unter Führung von Dr. A. de Quervain, mit 3 unter zahlreichen Bewerbern ausgewählten, entsprechend vorbereiteten Teilnehmern, Dr. med. Hoessli, z. Z. Assistent an der chirurgischen Klinik in Basel, Arch. R. Fick und Physiker R. Gaule in Zürich, beides ehemalige und diplomierte Schüler der schweizerischen Technischen Hochschule, 4 Nansenschlitten und 25 Hunden bis zum Depot am Sermilikfjord der Ost-

küste. Anfangsbelastung pro Hund ca. 55 Pfund. Totale Wegstrecke von Küste zu Küste ca. 650 km, nach Verabschiedung der Hülfsmannschaft ca. 550 km bis zum Depot, 600 bis Angmagsalik, je nach Ausgangspunkt. Als mittlere tägliche Wegstrecke bei besten Verhältnissen darf 20–25 km angenommen werden; gerechnet ist, nach genauer Würdigung ähnlicher Reisen, mit ca. 12 km.[1])

Darnach Überquerungsdauer 6 Wochen. Hundeproviant für 4 Wochen; für Menschen für 8 Wochen. In der zweiten Hälfte kommt die Möglichkeit des Schlittensegelns sehr in Betracht. Anfangs September Ankunft des Dampfers. Oktober 1912 über Südgrönland Rückkehr nach Europa.

B. Arbeiten an der Westküste.

Zwei wissenschaftliche Teilnehmer, Dr. A. Stolberg und als der Leitende ein schweizerischer Gletscherforscher, Prof. Dr. Mercanton aus Lausanne, Mitglied der schweizerischen Gletscherkommission, kehren an die Westküste zurück, um während des Semesters 1912 glaciologische Studien an der Westküste zu machen, nach einem mit Prof. Mercanton schon genau vorbereiteten Plan, der u. a. auch die Erforschung bestimmter unbetretener Nunataks sowie Bewegungsmessungen in sich schliesst. Es ist von ihm auch eine funkentelegraphische Bestimmung der noch unsichern geographischen Länge der grönländischen Küste vorgesehen, bezüglich deren Verbindungen mit dem „Bureau des longitudes“ in Paris angeknüpft sind, welches sich für die Sache interessiert. Im Herbst 1912 und bis im Frühjahr 1913 sollen dann speziell von Dr. Stolberg, zusammen mit

[1]) Ergänzende Bemerkungen zu der Annahme über die mittlere Weglänge auf dem Inlandeise.

A. Erfahrungstatsachen:

Nansen machte an guten Tagen 20 km, im Mittel 12 km, Moltke und Garde in Südgrönland, bei kleinerer Last und besserem Schnee im Mittel 22 km; bei beiden Expeditionen (notgedrungen) ohne Hunde.

B. Drei wesentlich günstigere Faktoren, die für die unsere Grönlandexpedition in Betracht kommen:

1. Vergrösserung der Zugleistung durch Hunde.
   (Würden die Hunde versagen, so ergäbe sich eine Gewichtsentlastung, bezw. Menschenproviantvermehrung, sodass der Plan auch so durchgeführt werden könnte.)
2. Günstigere Witterungsverhältnisse, namentlich besseren Schnee als Nansen, der zwei Monate später reiste.
3. Überwindung der besonders zeitraubenden, stark ansteigenden westlichen Randzone mit einer Hilfskolonne; definitive Trennung bei voller Ausrüstung.

C. Schlussfolgerung: Demnach ist als Mittel (guter normaler Tage) 20–25 km nicht zu hoch gegriffen. Peary machte an guten Tagen in Nordgrönland oft 3 miles (23 km). Als Aequivalent der Hinderungen durch gelegentlich schlechteren Schnee, schlechtes Wetter sind 14 Tage zugesetzt. Dies kommt im Effekt genau gleich der Annahme der mittleren Nansenschen Geschwindigkeit von 12 km. Da ohne Berücksichtigung der drei oben genannten, wesentlich günstigern Faktoren gemacht, ist unsere Berechnung, bei der überdies noch weitere 14 Tage Reserveproviant vorgesehen sind, zweifellos so vorsichtig, als es ein Plan dieses Charakters erträgt.

Ohne das tatsächlich überbleibende Risiko wäre diese Durchquerung ja schon längst gemacht. Dieses Risiko auf sein Minimum herabzusetzen, ist die Sache einer allseitig überlegten Vorbereitung.

einem jungen schweizerischen Physiker Dr. Jost aus Bern, unter 70° Breite aerologische Messungen der höheren atmosphärischen Zirkulation nach der de Quervainschen Methode, in Fortsetzung unserer Messungen von 1909 ausgeführt werden; womöglich parallel mit analogen Messungen an der Ostküste Grönlands, auf Island und besonders auf Spitzbergen, wofür schon Abmachungen getroffen sind. Es sind auch bestimmte Messungen zu pflanzenphysiologischen Zwecken in Aussicht genommen.

Diese Erweiterung des Programms, die durch persönliche Unterhandlungen mit der Administration der grönländischen Kolonien möglich wurde, ist wesentlich. Sie garantiert der Expedition ihren wissenschaftlichen Erfolg auch unabhängig vom Ausgang der Durchquerung und wird in ihrem meteorologischen Teil ganz erheblich zur Aufklärung der auch für unsere europäische Witterung massgebenden, noch wenig bekannten nordatlantischen und polaren höheren Zirkulationsverhältnisse beitragen, wofür die Gelegenheit nicht bald wiederkehrt.

Charakter und Führung der Expedition.

Nach der Absicht des Leiters, der Teilnehmer und der bisherigen Gönner der Expedition soll dasselbe den Charakter eines speziell schweizerischen Unternehmens besitzen.

Zur Ausführung und Führung glaubt sich der Unterzeichnete insofern berufen, als er neben der Qualifikation als Meteorologe und Geophysiker und Alpinist durch seinen im Jahre 1909 in schwierigster, noch nie betretener Gegend des Inlandeises ausgeführten, über 230 km Weg umfassenden Schlittenvorstoss (ohne Zugtiere) eine genaue persönliche Kenntnis der Inlandeisbeschaffenheit besitzt. Der hier skizzierte Plan ist von ihm im wesentlichen schon im Juli 1909 dem Inspektor von Nordgrönland schriftlich übermacht worden.

Die Administration der Kolonien von Grönland hat, nach Empfehlung durch den schweizerischen Bundesrat und mit der Genehmigung der dänischen Regierung, welche seither erfolgt ist, der Expedition ihre wertvolle Unterstützung zugesagt und bisher für die Vorbereitungen in sehr anerkennenswerter Weise zuteil werden lassen.

Es muss hervorgehoben werden, dass es nur auf Grund dieser guten Beziehungen und unserer früher gewonnenen Kenntnis der Verhältnisse möglich war, den Expeditionsplan in dieser Bestimmtheit und mit dieser Reduktion der Kosten aufzustellen.

Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, nach Befürwortung durch Prof. F. A. Forel, J. Früh, Ed. Brückner, hat in ihrer Jahresversammlung vom Juli 1911 dem Unternehmen ihre Sympathie und moralische Unterstützung zugesichert und eine Subskription zu deren Gunsten eröffnet, die 1700 Fr. ergeben hat. Das Zentralkomitee hat dasselbe in besonderer Weise dem Wohlwollen auch der Bundesbehörden empfohlen. Nachdem nun aber die vom Departement des Innern bereits in Aussicht genommene Unterstützung mit Rücksicht auf die eingetretenen Finanzschwierigkeiten schliesslich unterbleiben musste, ist die schon in den Vorarbeiten stehende Unternehmung um so mehr auf die Unterstützung wissenschaftlich interessierter schweizerischer Kreise angewiesen.

Die Gesamtkosten betragen laut beiliegendem sorgfältigem Voranschlag rund dreissigtausend Franken.

Als zweiter Beitrag ist der Expedition von einem Zürcher Privaten 1000 Fr. und aus den Kreisen der „Société de Géographie de Genève“ eine Summe von zusammen 1800 Fr. zugegangen. Dann hat das Verwaltungskomitee der „Neuen Zürcher Zeitung“ in ganz besonders anerkennenswerter Weise den Betrag von zehntausend Franken zur Verfügung gestellt, und damit die finanzielle vorläufige Basis geschaffen. Seither hat die Société Vaudoise des sciences naturelles aus dem Fonds Agassiz 500 Fr. gestiftet, die Société académique in Lausanne 1000 Fr.

Zürich, Dezember 1911.

A. de Quervain,
Dir.-Adjunkt der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt
Privat-Dozent für Geophysik und Meteorologie
an der Universität und technischen Hochschule.

Kostenvoranschlag.

(Auf Grund von Detailberechnungen.)

	Fr.
Seereisen (Hin- und Rückfahrt)	5600.—
Kabinen, Verpflegung und Taxen für 7 Mann auf den Dampfern H. Egede, Godthaab und Fox.	
Reisen zu Land für Vorbereitung	600.—
Frachten zu Land und See	800.—
Proviant	
Depot an der Ostküste (samt Reservematerialien)	2100.—
500 kg Pemmikan als Menschen- und Hundefutter für das Inlandeis	3200.—
Übriger Proviant für 1000 Verpflegungstage	4000.—
Spezielle Ausrüstung	
Schlittenhunde	850.—
4 Inlandeisschlitten	800.—
Zelte, Geräte, Kochapparate, Messrad etc.	500.—
Schlafsäcke, grönländische Pelzkleider etc.	800.—
Bezahlung und Verpflegung von Hülfsmannschaften	2800.—
a) Inlandeis, b) Prof. Mercantons Gehilfen bei glaciologischen Messungen, c) Angmagsalik, d) Überwinterung.	
Neu anzuschaffende Apparate, insbesondere auch Gas, Drachencinrichtung, Apparate für drahtlose Telegraphie	2100.—
Nicht inbegriffen ist der grosse Teil der instrumentellen Ausrüstung, der von Instituten und Privaten leihweise zur Verfügung gestellt werden wird, im Wert von ca. 8000 Fr. Auch fehlt die von den Teilnehmern übernommene persönliche Ausrüstung; es sind auch die von der Expedition von 1909 zur Verfügung stehenden Bestände abgerechnet.	
Versicherung der Teilnehmer und des Materials (Apparate)	1500.—
Kosten der Überwinterung	2500.—
Unvorhergesehenes	1500.—
Total	Fr. 29650.—

NB. Die gegen früher erhöhte Gesamtsumme rührt von der seitherigen Einbeziehung der Arbeiten von Prof. Mercanton an der Westküste und der Überwinterung her; auch konnten einige Posten erst jetzt genauer fixiert werden.

Dr. de Quervain gibt an Hand einer Karte noch einige Erläuterungen und spricht dem Vorstand seinen Dank für sein Vorgehen aus. Darauf wird der Antrag des Vorstandes, gemeinschaftlich mit der geographisch-ethnographischen Gesellschaft einen Aufruf zur Unterstützung dieser Expedition zu erlassen, ohne Opposition angenommen. Der Vorsitzende legt eigene tatkräftige Mithülfe und weitere Propaganda den Mitgliedern warm ans Herz. Der Aufruf hat folgenden Wortlaut:

Aufruf zur Unterstützung einer Grönlandexpedition schweizerischer Naturforscher.

Schweizerische Naturforscher, an ihrer Spitze Herr Dr. A. de Quervain, Adjunkt der eidgen. meteorologischen Zentralanstalt, und Dozent für Geophysik und Meteorologie an beiden Hochschulen Zürichs, und Prof. Dr. Mercanton von Lausanne, Physiker und Glaciologe, planen für Sommer 1912 und Winter 1912/13 eine wissenschaftliche Expedition nach Grönland zum Studium glaciologischer, meteorologischer und topographisch-geographischer Probleme. Die sorgfältig vorbereitete Expedition ist eine dreifache: erstens soll von Dr. de Quervain mit drei Begleitern (Dr. med. Hoessli, R. Fick und K. Gaule) das Inlandeis von der Diskobucht bei 70° an der Westküste nach Angmagsalik bei $65^1/_2$° auf der Ostküste durchquert werden, etwa 600 Kilometer nördlich von Nansens Route; von dort soll ein regelmässig verkehrendes dänisches Schiff die Expedition nach Dänemark zurückbringen; zweitens sollen gleichzeitig an der Westküste von Prof. Mercanton und Dr. Stolberg Parallelbeobachtungen gemacht werden, und drittens werden Dr. Stolberg und Dr. Jost an der Westküste überwintern, um die Beobachtungsreihen zu vervollständigen. Diese Dreiteilung ist eine Garantie für Erlangung wissenschaftlicher Resultate, auch wenn etwa eines der Unternehmen fehlschlagen sollte.

Wir sind der Überzeugung, dass die Persönlichkeiten der Leiter und der Teilnehmer Gewähr bieten für die Durchführung der gestellten Aufgaben, deren Lösung für die Glacialprobleme und für die Meteorologie reiche Ernte verspricht.

Die Kosten der Expedition betragen ca. 30,000 Fr. Für ihre Beschaffung sind die kühnen Forscher auf die Hülfe aller derer angewiesen, die für die Unterstützung wissenschaftlicher Unternehmungen, welche unserem Lande Ehre machen, eine offene Hand besitzen. In hochherziger Weise hat das Verwaltungskomitee der „Neuen Zürcher Zeitung" durch eine Zeichnung von 10,000 Fr. ein glänzendes Beispiel gegeben; die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, die Genfer Geographische, die Waadtländer Naturforschende Gesellschaft haben erhebliche Beiträge zusammengebracht; noch bleibt aber nahezu die Hälfte der Summe zu decken und so wenden sich die beiden unterzeichneten Gesellschaften Zürichs an weitere Kreise unserer Stadt, unseres Kantons und des Landes mit der Bitte um Zeichnung von Beiträgen. Dieselben können dem Quästor der Naturforschenden Gesellschaft, Herrn Dr. Hans Kronauer, Pestalozzistr. 38, Zürich V, zugesandt werden.

Im Namen der Naturforschenden
und der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich:
Zürich, im Januar 1912. Die Vorstände.

5. Einladung der schweizerischen und der deutschen Naturforscherversammlung nach Zürich. Der Vorstand hat über diese Angelegenheit folgendes Exposé den Mitgliedern gedruckt zugestellt:

Anträge des Vorstandes betreffend:
1. Die Einladung der schweizerischen Naturforscherversammlung auf 1917 nach Zürich; 2. Die Frage einer Einladung der Versammlung der Deutschen Naturforscher und Ärzte nach Zürich.

A. Schon wiederholte Male tauchte die Frage einer Einladung der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in die Schweiz auf. Namentlich bei (Gelegenheit der Tagungen dieser Korporation auf österreichischem Boden in Meran, in Salzburg) wurde den dort anwesenden Schweizer Gelehrten jeweilen eine solche Einladung nahe gelegt. Bei der letzten Versammlung in Karlsruhe regte der damalige Präsident, Herr Prof. A. v. Frey, ein ehemaliges Mitglied unserer Gesellschaft, bei unserem Mitgliede Herrn Prof. Zangger die Frage speziell einer Einladung nach Zürich von neuem an, und auf Veranlassung des letzteren beschäftigte sich Ihr Vorstand mit der Angelegenheit; es handelte sich um ein beliebiges Jahr nach 1915; bis 1915 sind die einladenden Städte Deutschlands schon festgelegt.

Zunächst ergab sich, dass die überwiegende Mehrheit des Vorstandes freudig zustimmte, eine so hochbedeutende gelehrte Körperschaft, mit der uns so mannigfaltige Bande wissenschaftlicher und persönlicher Natur vereinigen, aus einem Lande, dem wir so viel verdanken und das uns so viele unserer tüchtigsten Lehrkräfte geschenkt hat, in unsere Stadt einzuladen. Die Bedingungen sind etwa folgende:

a) Die Zahl der Gäste ist auf 2—3000, vielleicht noch mehr anzusetzen, da Zürich sicher eine grosse Anziehungskraft ausüben wird. Doch wird man hiefür durch Privatquartiere und Logis auch ausserhalb Zürichs wohl zu sorgen imstande sein. Was viel kleinere Städte, wie Meran, Salzburg etc. durchführen konnten, wird Zürich auch können.

b) Von der einladenden Stadt wird eine Festlichkeit erwartet. Herr Stadtpräsident Billeter erklärte auf eine vorläufige Anfrage, dass er darin keine Schwierigkeit erblicke.

c) Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte übernimmt die gesamten Organisationskosten; bei der letzten Versammlung ergab sich sogar ein Überschuss der Beiträge der Teilnehmer über die Kosten.

d) Formell geht die Einladung von der Stadt aus, welche dazu die Anregung zu erhalten hätte von einer Koalition unserer wissenschaftlichen Gesellschaften und Anstalten.

e) Grössere Mittel von Seiten der Festgeber sind erforderlich für eine eventuelle Festschrift und weitere gesellige Anlässe ausser dem von der Stadt gebotenen. Es wird aber von Seite der deutschen Gäste ausdrücklich ein möglichstes Zurücktreten der Festanlässe gegenüber der wissenschaftlichen Arbeit gewünscht. Die Versammlung soll einen möglichst einfachen Charakter tragen.

Gestützt auf diese Bedingungen und auf den Präzedenzfall der Einladung der Deutschen Gesellschaft für Gesundheitspflege nach Zürich beschloss der Vorstand, prinzipiell auf die Frage einzutreten.

B. Schwierigkeiten ergaben sich aber bei der Festlegung des Zeitpunktes. Hier ist auf zwei andere Daten Rücksicht zu nehmen: auf die uns bevorstehende Pflicht der Einladung der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft nach Zürich, und auf die Bauten beider Hochschulen. Die Mehrheit des Vorstandes ist der Ansicht, dass eine Berücksichtigung der letzteren bei der Festsetzung des Termins der Einladung der deutschen Versammlung

durchaus geboten erscheint; nicht nur wegen der durch sie geschaffenen neuen und besseren Einrichtungen für die in grosser Zahl notwendigen Sitzungslokale, sondern auch mit Rücksicht auf die Behörden. Es würde nicht verstanden werden, wenn wir eine so bedeutungsvolle Versammlung nicht auch gerade dazu benützen würden, die neuen Errungenschaften beider Hochschulen in völlig fertigem Zustand zu zeigen.

Mit Rücksicht auf die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ergibt sich folgendes: Das Jahr 1915 ist ausgeschlossen für eine Einladung der Deutschen Gesellschaft, da in diesem Jahr das 100jährige Jubiläum der Schweizerischen Gesellschaft in Genf gefeiert wird, und eine Beeinträchtigung dieser Veranstaltung unter keinen Umständen stattfinden darf.

Die voraussichtliche Vollendung der Bauten der Universität fällt auf 1913, diejenige der Technischen Hochschule auf 1916. Es erscheint als gegeben, dass wir auf diesen Zeitpunkt die Schweizer Naturforscher zu uns einladen. Wir sind sowieso an der Reihe: 1896 fand die letzte Versammlung in Zürich statt, und für grössere Zentren der Schweiz ist sogar nur ein Intervall von 12—15 Jahren üblich. Das Zentral-Komitee in Genf rechnet denn auch laut Mitteilung seines Präsidenten auf eine Einladung von Zürich auf diesen Zeitpunkt, und zwar lieber 1917 statt 1916, um einen kleinern Ort zwischen den zwei Versammlungen von Genf und Zürich einzuschalten (Genf 1915, irgendwo in den Bergen 1916, Zürich 1917). So beschloss denn der Vorstand, der Gesellschaft vorzuschlagen, es sei auf das Jahr 1917 eine Einladung an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft vorzusehen, ihre Jahresversammlung in Zürich abzuhalten, vorausgesetzt, dass auf diesen Zeitpunkt hin die gesamten neuen Hochschul-Bauten vollendet und eingerichtet sind. Es wurde nun die Frage einer gemeinschaftlichen Tagung der beiden Gesellschaften in Zürich 1917 erwogen, aber nach eingehenden mündlichen und schriftlichen Verhandlungen mit dem Zentralpräsidenten Dr. E. Sarasin-Genf und einigen andern ältern Mitgliedern der schweizerischen Gesellschaft bald definitiv fallen gelassen: der intimere Charakter unserer schweizerischen Versammlung würde darunter zu sehr leiden und es wäre schwierig, alle geschäftlichen Verhandlungen richtig unterzubringen.

Eine getrennte Tagung der beiden Gesellschaften in Zürich muss aber mindestens 3 Jahre auseinanderliegen, da man nicht rascher hintereinander dieselben Kreise Zürichs für unsere Zwecke in Anspruch nehmen darf.

Da auf diese Weise die Jahre 1915 bis 1919 für die Einladung der Deutschen Naturforscherversammlung ausgeschlossen erscheinen, so erhob sich die Frage, ob nicht für 1914 eine Möglichkeit dafür vorläge, indem man davon absieht, bis zur Vollendung der gesamten Hochschulbauten zuzuwarten. Eine vorläufige Anfrage beim Präsidenten der Deutschen Naturforscherversammlung ergab die Möglichkeit, die für dieselbe für 1914 vorliegende Einladung nach Magdeburg eventuell zu verschieben. Es wären 1914 von unseren Bauten sicher fertig und eingerichtet: die gesamten Universitätsbauten; sehr wahrscheinlich (nach gefälliger schriftlicher Mitteilung von Herrn Prof. Gull) knapp fertig eingerichtet auf Ende Juli 1914: das naturwissenschaftliche Gebäude der Technischen Hochschule (Geologie, Mineralogie, Hygiene, Pharmacie) Die Vollendung der Baute ist auf Herbst 1913 vorgesehen; nach Aussage der Direktoren der geologischen und mineralogischen Sammlungen wäre es freilich sicher nicht möglich, innerhalb eines Jahres diese Sammlungen fertig einzurichten. Für das Gebäude für Bodenkultur (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Zoologie,

Botanik, Bakteriologie) gibt Prof. Gull folgende Bauzeiten: „Dieses Gebäude wird in zwei Etappen fertig gestellt. Erste Etappe: Ausführung des Anbaues an der Ostseite, bezugsfertig bis Herbst 1913. Räumung des bisherigen Baues und Umzug in den Anbau bis Ende August 1913. Zweite Etappe: Beginn des Umbaues des bisherigen Baues und des Neubaues der Flügelanbauten Anfang September 1913. Bezug des vorderen Teiles und damit Fertigstellung des ganzen Baues im günstigsten Fall Herbst 1914; erforderlich: gutes Bauwetter im Spätjahr 1913, damit der vordere Teil noch unter Dach gebracht werden kann."

Daraus geht hervor, dass auf September 1914 unter Annahme günstiger Bedingungen von den Technischen Hochschulbauten das naturwissenschaftliche Institut knapp fertig eingerichtet sein kann mit Ausnahme der geologischen und mineralogischen Sammlung, das Gebaude für Bodenkultur und Biologie eben bezogen; die Einrichtung der Sammlungen sicher noch nicht fertig.

Erst angefangen und in vollem Bau begriffen wären 1914 die Umbauten des Hauptgebäudes der Technischen Hochschule.

Wir müssten also riskieren, dass bei Einladung auf September 1914 von den Bauten der Technischen Hochschule noch gar nichts vollkommen fertig wäre.

Es erscheint uns aber als eine Pflicht der Höflichkeit unseren Gästen gegenüber, dass wir sie nicht vor Baugerüste führen, sondern warten, bis wir ihnen unsere beiden neuen Wohnstätten, deren Vollendung ja relativ kurze Zeit auseinanderliegen wird, in ihrer ganzen fertigen Einrichtung zeigen können.

Aber selbst wenn der günstigste Fall einträte und die beiden Neben-Gebäude nahezu fertig eingerichtet wären, erhebt sich die Frage: dürfen wir unsern Gästen unsere eidgenössischen Bauten zeigen, bevor die Behörden sie fertig gesehen und eingeweiht haben? Diese Einweihung, die wohl sicher ein festliches Gepräge tragen wird, ist auf Herbst 1916, den vermutlichen Zeitpunkt der Vollendung des Hauptgebäudes, vorgesehen. Es scheint uns eine Erfordernis des Taktes und der Rücksicht auf die Gefühle des ganzen Schweizervolkes, das aufs neue wieder seine wohlwollende Gesinnung unserer Technischen Hochschule gegenüber bewährt hat, dass wir den Vertretern der eidgenössischen Behörden hier den Vortritt lassen.

So kommen wir denn zum Schlusse, dass wir zwar unsere verehrten deutschen Kollegen und Freunde herzlich gerne in unsern Mauern begrussen würden, dass wir aber durch verschiedene Rücksichten zu unserem grossem Bedauern genötigt sind, die Einladung bis auf weiteres zu vertagen.

Gestützt auf obige Erwägungen legt der Vorstand der Gesellschaft folgende Anträge vor:

1. Die Naturforschende Gesellschaft Zürich beschliesst, die schweizerische Naturforschende Gesellschaft einzuladen, ihre Jahresversammlung im Jahr 1917 in Zürich abzuhalten.

2. Die Naturforschende Gesellschaft Zürich stimmt freudig der Idee zu, dass die Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu gelegener Zeit nach Zürich einzuladen sei, und wird hiebei nach besten Kräften mitwirken.

3. Sie sieht sich aber zu ihrem Bedauern gegenwärtig durch äussere Umstände genötigt, die Schritte zur Verwirklichung dieser Idee bis auf weiteres zu vertagen.

Die drei Anträge des Vorstandes werden ohne Opposition angenommen.

6. Vortrag von Herrn Dr. Konrad Bretscher:

Die Wanderstrassen der Zugvögel in Europa.

Die Wege, welche die Zugvögel auf ihren regelmässigen Frühjahrs- und Herbstwanderungen zurücklegen, festzustellen, hält sehr schwer: nur mit den Lebenserscheinungen der Vögel vertraute Beobachter können Zugsflüge von unregelmässigem Herumschwärmen unterscheiden; die an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen lassen sich nur schwer aufeinander beziehen; die Wanderer fliegen meist durch, hoch oder nachts, so dass sie sich der Beobachtung entziehen. 1876 hat Palmén auf indirektem Wege, durch Zusammenstellung von Zugsangaben, mehrere von Wasservögeln inne gehaltene Zugsstrassen festgelegt, z. B.: der Küste des nördlichen Eismeers und des Atlantischen Ozeans entlang und von nördlichen Inseln zu diesen hin; von diesen Meeresküsten in die Meeresbuchten und an Binnenmeere; von jenen zu Binnenseen und Flüssen; dem Lauf der Flüsse folgende Landvögel halten sich vielfach an Sumpfgebiete, an Wälder, an bebautes Land, an Hecken oder suchen mehr baumlose Felder auf. Jedenfalls schlagen sie nach Möglichkeit Wege ein, die ihnen ihre gewohnten Lebensbedingungen bieten.

Menzbier hat 1886 die Zugsstrassen Russlands bearbeitet und fordert, dass sie für jede Art besonders festzulegen seien. Die Wasservögel wandern im Norden den Küsten entlang fort, sie gehen zum Kaspischen, Schwarzen Meer oder zur Ostsee. Die Landvögel wenden sich im Herbst z. T. ostwärts über den Ural nach Sibirien, andere an den Aralsee und Turkestan und an das Kaspi-Meer, dritte dem Schwarzen Meere zu. Die Zugvögel des westlichen Russlands ziehen nach Südwesten ab. Das erklärt sich offenbar aus den Verhältnissen der ersten Ansiedelung und Ausbreitung der Art.

1891 vertritt Gätke nachdrücklich den Standpunkt des Zugs in breiter Front, nicht in schmalen Strassen. Die asiatischen Vögel ziehen im Herbst westlich bis zum Atlantischen Ozean, wo sie nach Süden abbiegen; im Frühjahr legen sie den Rückweg auf der Diagonale dieses Dreiecks zurück. Andere Vögel schlagen nur südliche und beim Hinweg nördliche Richtung ein. Der Zug ist eine ausgesprochene Instinkthandlung.

Marek betont, ja übertreibt den Einfluss der Verhältnisse des Luftdruckes auf den Vogelzug; die Lage der barometrischen Minima und Maxima und ihre Fortbewegung löst diesen aus und bedingt die einzuschlagenden Wege.

Von geologischer Seite wird darauf hingewiesen, dass alte Landbrücken jetzt gut besuchte Zugsstrassen seien; doch dürfte in dieser Hinsicht entscheidend sein, dass die gegenwärtigen Bedingungen da für den Zug günstig sind, das Zusammentreffen also mehr zufälliger Natur ist.

In den letzten Jahren haben in einzelnen Ländern ausgedehnte Beobachtungen über den Einzug der Zugvögel im Frühling und deren Abzug im Herbst eingesetzt. In Ungarn konnten drei Zugstypen hinsichtlich der Besiedelung festgesetzt werden: 1. der der Rauchschwalbe; sie erscheint zuerst im Südosten, später im südlichen Gebirgs- und nördlichen Hügelland, zuletzt ganz im Norden und im Hochgebirge; 2. der Storch rückt von Nordosten nach Westen vor; 3. die Feldlerche dagegen von Westen her. Diesen Typen schliessen sich je andere Wanderer an. Die einen zeigen grössere Abhängigkeit vom Wind hinsichtlich Richtung und Stärke als andere; einzelne lassen sich vom Regen zurückhalten, andere nicht.

In Bayern findet der Bezug der Sommerquartiere von der Mainniederung aus statt, also von Westen nach Osten, in der Pfalz von Ost nach West, im Regnitztal von Nord nach Süd. Immerhin zeigen die höheren Lagen spätere

Ankunft und scheint das Inntal wie die Gegend um den Bodensee von dem übrigen Gebiet unabhängig besiedelt zu werden. In einer bestimmten Ortschaft kann der Bezug der Niststätten volle 50 Tage auseinanderliegen.

Die Verhältnisse in Württemberg schliessen sich denen in Bayern an.

In der Schweiz ist das Mittelland die Hauptzugsstrasse mit Zugängen von Nordost, Norden und Osten. Auch das Rhonetal liefert bedeutenden Zuzug. Von den Alpenpässen sind der Gotthard und das Engadin weitaus die wichtigsten; dieses führt auch die Zugvögel vom Rhein her nach Süden, so weit hiefür nicht der Lukmanier, Bernhardin und Splügen in Betracht kommen. Der Simplon und grosse St. Bernhard entvölkern ebenso das Wallis zum Teil. Die übrigen Pässe weisen anscheinend nur unbedeutenden Zug auf. Für jede Talschaft sind die Zugsverhältnisse noch besonders festzustellen.

Die Beobachtungen mit beringten Vögeln haben ergeben, dass die Lachmöven der südlichen Ostseeküste teils der Nordsee und dem Kanal folgen, teils dem Rhein und der Rhone entlang wandern oder von der Weichsel zur Donau, Drau, Save und von hier in das Mündungsgebiet des Po wandern. Einzelne kamen auch an den Zürich- und Genfersee, auf die Balearen und nach Tunis. Die Störche von Dänemark, Norddeutschland und Ungarn schlagen den Weg über Palästina zum Nil bis nach der Südspitze Afrikas ein. Beringte Schwalben und Störche sind durch mehrere Jahre nacheinander wieder in ihr altes Nest zurückgekehrt, und es konnte weiter festgestellt werden, dass z. B. bei den Turmschwalben die Ehen für Lebenszeit geschlossen werden. Jetzt werden diese durch Thienemann hauptsächlich populär gewordenen Ringbeobachtungen in vielen Ländern weiter und in grösserem Umfange fortgesetzt. So steht zu hoffen, dass in Bälde das Dunkel in der Kenntnis der Zugsstrassen der Vögel gelichtet werde.

Diskussion:

Anschliessend an den Vortrag sprach auf Wunsch des Herrn Vorsitzenden Lehrer A. Graf über einige lokale Erscheinungen des Vogelzuges. Dieser gelangt bei uns durch das Auftreten einiger unserer Avifauna durchaus fremden Arten prägnant zum Ausdruck. Beispielsweise führt er für den Frühlingszug das weisssternige Blaukehlchen (*Erithacus cyaneculus*) und den schwarzkehligen Wiesenschmätzer (*Pratincola rubicula*), für den Herbstzug den Flussuferläufer (*Tringoides hypoleucos*) und den Triel (*Oedicnemus crepitans*) als charakteristische Formen an. Die Mehrzahl dieser fremden, hier durchziehenden Arten entstammt nördlichen Faunengebieten und zählt zu den Wat- oder Schwimmvögeln oder dann zu den Landvögeln, die durch irgend eine ihrer Existenzbedingungen ans Wasser gebunden sind. Mit grosser Wahrscheinlichkeit lässt das den Schluss zu, dass sie auf der Zugsstrasse des Rheingebietes südostwärts gewandert sind und statt auf einer der west- oder ostwärts den Jura begleitenden Zugsstrassen ihren Winterherbergen zuzustreben, ihre Zugsrichtung beibehalten und durch unser See- und Linthgebiet die östliche Zugsstrasse unseres Landes zu gewinnen suchen, um, ihr folgend, südwärts zu ziehen. Demnach würden jene in Verbindung mit dem Glattal einen Zuleitungs- oder Seitenweg dieser bilden; nur so lässt sich das Auftreten dieser fremden Arten während der Zugszeit an den verschiedensten Orten des Limmat-, See-, Glatt- und Linthtales erklären. Zahlreiche lokale Zugsbeobachtungen bestätigen die vom Referenten angeführten, in mancherlei Formen zum Ausdruck kommenden Zugserscheinungen und namentlich auch die von einigen Forschern festgestellte Tatsache, dass die Zugswege von bestimmendem Einfluss für die Ausbreitung der in Frage kommenden Arten sind.

Prof. Schröter weist auf die grosse Bedeutung hin, die der Vogelzug für die Verbreitung namentlich der Wasserpflanzen besitzt. Die Samen werden durch dieselben entweder „endozoisch" verbreitet, d. h. sie werden gefressen und mit den Exkrementen fallen gelassen oder aus dem Kropf wieder ausgespieen. Dass dabei die Keimkraft erhalten bleiben kann, hat neuerdings Ostenfeld an Früchten von *Potamogeton natans* gezeigt, welche er aus Schwanen-Exkrementen heraussuchte: sie keimten sogar rascher als die „ungefressenen" Früchte. Selim Birger bestreitet allerdings in einer neuern Arbeit die Wirksamkeit dieses endozoischen Transportes wenigstens für weite Strecken, weil die Samen nur kurz im Darm verweilen. So namentlich bei unsern Singvögeln: bei der Drossel kamen die Samen des schwarzen Hollunders schon nach einer halben Stunde nach dem Fressen mit den Exkrementen wieder zum Vorschein.

Wirksamer ist wohl die „epizoische" Verbreitung durch Anhängen der Keime an den Füssen oder dem Federkleid der Vögel. Über Sumpfpflanzen liegen hier gut beglaubigte Beobachtungen vor: Cesati sah in einem Teich bei Vercelli plötzlich *Fimbristylis adventitia* auftreten, nachdem ein Zug Kraniche dort gerastet hatte; früher war sie nur von Pisa und Lucca bekannt. Morris berichtet von dem tropischen Sauergrase *Uncinia jamaicensis*, bei welcher eine stark hakig gekrümmte Borste die Frucht begleitet, dass die an den Ufern stehender Gewässer rastenden Zugvögel oft solche Massen dieser Hackenfrüchte abstreifen, dass sie am Weiterfliegen verhindert werden. Auch vom Sumpfreis (*Leersia oryzoïdes*) und von *Scirpus atropurpureus* (= *Heleocharis Lereschii*) ist eine Verbreitung durch Wasservögel von Süden her sehr wahrscheinlich: beide haben von Klettorganen begleitete Früchte.

Aber diese Anpassung ist für Sumpfpflanzen nicht einmal nötig: kleinere Verbreitungseinheiten derselben können mit an den Füssen haftender Erde verschleppt werden Dass in der Tat die Erde ein Samenreservoir ist, geht aus folgenden Beobachtungen Darwins hervor: er kratzte von den Füssen eines Rebhuhns einen Klumpen Erde von 180 Gramm Gewicht ab, bewahrte ihn drei Jahre trocken auf und befeuchtete ihn dann: es entkeimten ihm 28 Pflanzen, und aus 200 Gramm Teichschlamm entsprossten nicht weniger als 537 Sämlinge. Kerner untersuchte Schlamm, der von Schnabel, Füssen und Gefieder von Schwalben, Schnepfen, Bachstelzen und Dohlen abgekratzt war und fand darin 250 Samen von 21 meist weit verbreiteten Arten. Das plötzliche, unvermittelte Neuauftreten des kleinen einjährigen Sumpfgrases, *Coleanthus subtilis* Seidl, (1811 bei Pilsen, 1837 im südlichen Norwegen, 1852 bei Bozen, 1863 und 1865 im westlichen Frankreich, 1904 bei Freiberg in Sachsen, ausserdem in Ostasien und Nordamerika) wird der Verschleppung seiner kleinen Früchtchen durch Anhaften mit Schlamm an den Füssen von Sumpfvögeln zugeschrieben.

Protokoll der Sitzung vom 29. Januar 1912

abends 8 Uhr, auf Zimmerleuten.

Vorsitzender: Prof. Dr. C. Schröter.

Traktanden:

1. Das gedruckt vorliegende Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt, unter bester Verdankung an die Autoreferenten. Im Anschluss an dasselbe macht der Vorsitzende die erfreuliche Mitteilung, dass für die Grönland-Expedition bis jetzt etwas über 3000 Fr. eingegangen sind; da aber noch zirka 8000 Fr. zu decken sind, sind weitere Zeichnungen sehr willkommen.

2. Von Brüssel ist uns durch den Präsidenten der Société botanique de Belgique die Trauernachricht zugekommen, dass deren ständiger Sekretär, Prof. Dr. Durand, Direktor des botanischen Gartens von Brüssel, vor kurzem verstorben ist. Mit ihm ist ein hervorragender Gelehrter schweizerischen Ursprungs aus dem Leben geschieden, der sich namentlich um die Kenntnis der afrikanischen Flora grosse Verdienste erworben hat. Dem ungemein sympathischen, bescheidenen Mann bleibt ein ehrenvolles Andenken gesichert. Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Verstorbenen von ihren Sitzen.

3. Ausgetreten ist der Forstinspektor Franz Xaver Burri in Luzern.

4. Einstimmig aufgenommen werden die das letzte Mal angemeldeten zwei Kandidaten.

5. Neu angemeldet haben sich:

Herr Theodor Zschokke, Obstbau-Techniker an der Eidgenössischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil,
empfohlen durch Herrn Dr. Schneider-v. Orelli.

Herr Wilhelm Klages, Hütteningenieur,
empfohlen durch Herrn Prof. Zietschmann.

6. Von Herrn Dr. Pittard in Genf, dem Präsidenten des internationalen Kongresses für Anthropologie und Prähistorik, der in der ersten Woche des September in Genf tagen wird, ist ein Schreiben eingelaufen, mit der Bitte um Bezeichnung von Fragen und Themata, deren Behandlung am Kongress gewünscht wird. Der Vorsitzende hat Herrn Dr. Eugène Pittard, 74, Florissant, Genève, die Adressen der in Frage kommenden Mitglieder mitgeteilt. Weitere Interessenten sind gebeten, sich direkt an Herrn Dr. Pittard zu wenden.

7. Herr Prof. Dr. Grossmann hält einen Vortrag:

Über nichteuklidische Geometrie.

Die Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie im 19. Jahrhundert hat eine Jahrtausende alte Streitfrage erledigt. Da diese Lösung geeignet ist, die verbreitete Ansicht von den undiskutierbaren Grundlagen der Geometrie zu berichtigen und ausserdem die mannigfachen, noch keineswegs abgeklärten Beziehungen erkennen lässt, die zwischen der Geometrie einerseits, den exakten Naturwissenschaften und der Philosophie anderseits bestehen, habe ich sie als Thema meines Vortrages gewählt.

Bekanntlich haben die Griechen das Verdienst, die empirischen geometrischen Kenntnisse, die sie von früheren Kulturvölkern überliefert bekamen, zu einer Wissenschaft zusammengefasst und erhoben zu haben. Die „Elemente" des Euklid bilden das glänzendste Denkmal für die Bemühungen der Griechen, die Sätze der Geometrie als logische Folgerungen aus einigen wenigen Grundtatsachen im Zusammenhange darzustellen. Dieses berühmte Werk blieb während zwei Jahrtausenden nicht nur der Inbegriff mathematischer Strenge, sondern auch das Lehrbuch für den Anfänger. Wenn sich auch vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft aus zahlreiche Einwendungen gegen Euklid vorbringen liessen, so beschränkte sich doch die Kritik bis in die letzten Dezennien auf einen Punkt, nämlich auf Euklid's Theorie der Parallellinien. Euklid nennt zwei Gerade parallel, wenn sie in derselben Ebene liegen und, nach beiden Seiten ins Unendliche verlängert, auf keiner Seite zusammentreffen. Es gelingt Euklid die Existenz paralleler Geraden nachzuweisen: wenn eine Gerade zwei Gerade trifft und mit ihnen gleiche Wechselwinkel bildet, so sind diese beiden Geraden zu einander parallel. Durch Anwendung dieses Satzes kann man

durch jeden Punkt zu jeder Geraden eine Parallele konstruieren. Da es Euklid nicht gelang zu beweisen, dass es ausser dieser Geraden keine zweite, durch den Punkt gehende, zur gegebenen Geraden parallele Gerade geben könne, führte er die Forderung ein, dass wenn eine Gerade zwei Gerade trifft und mit ihnen auf derselben Seite innere Winkel bildet, die zusammen kleiner sind als zwei Rechte, so sollen die beiden Geraden, ins Unendliche verlängert, schliesslich auf der Seite zusammentreffen, auf der die Winkel liegen, die zusammen kleiner sind als zwei Rechte. Gestützt auf dieses Parallelenpostulat oder Parallelenaxiom ergibt sich dann leicht, dass zwei parallele Gerade überall den gleichen Abstand haben, dass die Winkelsumme im Dreieck zwei Rechte beträgt, usw.

Nun zweifelte wohl bis in das 19. Jahrhundert niemand an der Richtigkeit des Parallelenaxioms. Euklid wurde, und zwar schon von seinen ersten Kommentatoren, lediglich getadelt, dass er den Satz unter die Axiome aufgenommen habe, ihn also als einfach und selbstverständlich genug erachtete, um keines Beweises für ihn zu bedürfen. Damit war die Aufgabe gestellt, den Satz als eine Folgerung aus den übrigen Axiomen abzuleiten. Aber die ungezählten Versuche, die unternommen worden sind, um dieses „Ärgernis der Elementargeometrie", wie sich d'Alembert ausdrückte, zu beseitigen, blieben alle erfolglos, meist weil das zu Beweisende in einer andern Form stillschweigend oder ausdrücklich vorausgesetzt wurde.

Der italienische Jesuitenpater Saccheri (1667—1733) hatte als Erster den neuen Gedanken, das Parallelenaxiom als falsch vorauszusetzen, um diese Annahme in ihren Folgerungen ad absurdum zu führen. Das Werk von Saccheri, betitelt: „Euklid von jedem Makel befreiet", erschien in lateinischer Sprache 1733. Beltrami hat es 1889 wieder ans Licht gezogen, als ein wichtiges Dokument zur Vorgeschichte der nichteuklidischen Geometrie.

Saccheri's Gedankengang ist in seinen grossen Zügen so durchsichtig, dass ich ihn zum Ausgangspunkt meiner Entwicklungen machen kann. In den Punkten A und B einer Geraden seien zwei gleichlange, in einer Ebene liegende Strecken AD und BC unter rechtem Winkel gegen AB gezogen, und ihre Endpunkte durch eine Gerade CD verbunden. In dem entstandenen Viereck $ABCD$ sind die Winkel bei C und D einander gleich, wie sich leicht beweisen lässt, wenn man das Viereck durch seine Diagonalen in Dreiecke zerlegt. Dass aber diese Winkel Rechte sind, lässt sich nur beweisen, wenn man das Parallelenaxiom voraussetzt. Da wir diese Voraussetzung nicht machen wollen, ergeben sich mit Saccheri drei Hypothesen:

1. die Hypothese des spitzen Winkels,
2. die Hypothese des rechten Winkels,
3. die Hypothese des stumpfen Winkels.

Saccheri zieht nun aus jeder dieser Hypothesen Folgerungen in der Absicht, die Hypothesen des spitzen oder stumpfen Winkels als „ganz und gar alsch" verwerfen zu können, um aus der Hypothese des rechten Winkels das Parallelenaxiom zu beweisen. Aber die Argumente von Saccheri gegen die erste und die dritte Hypothese sind nicht stichhaltig.

Bevor ich aber Folgerungen aus den Hypothesen anführe, habe ich Saccheri zu verteidigen gegen den Vorwurf, dass er Annahmen getroffen habe, die doch augenscheinlich wider alle Erfahrung verstossen. Nun würde ja allerdings eine

Konstruktion, die wir mit der grössten möglichen Präzision ausführen würden, uns eine Figur liefern, in welcher der Unterschied der Winkel bei C und D von einem Rechten, wenn überhaupt nachweisbar, so klein wäre, dass wir ihn unbedenklich den unvermeidlichen Ungenauigkeiten der Instrumente und ihrer Handhabung zuschreiben dürften. Aber dieses konstruktive Experiment lässt sich doch naturgemäss nur ausführen bei verhältnismässig kleinen Figuren, während es doch denkbar wäre, dass die Abweichung der beiden Winkel von einem Rechten mit den Dimensionen der Figur wachsen könnte. Genau diese Sachlage haben wir ja vor uns, wenn wir die Figur auf der Kugeloberfläche konstruieren: Würden Sie die Figur von Saccheri durch einen Geometer auf der Wollishofer Allmend abstecken lassen, so würde er keinen Widerspruch mit der Hypothese des rechten Winkels erwarten, und den äusserst geringen Unterschied, den seine gemessenen Winkel nach erfolgter Ausgleichung noch von einem Rechten hätten, den Ungenauigkeiten des Experimentes zuschreiben. Wenn aber die Seiten der Figur viele Kilometer messen würden, und also grösste Kreise der Kugel wären, so würden die Winkel bei C und D nachweisbar von einem Rechten abweichen, wie man, weniger kostspielig, an einem Globus prüfen kann: auf der Kugeloberfläche gilt die Hypothese des stumpfen Winkels, trotzdem uns kleine sphärische Figuren das Gegenteil erwarten liessen.

Aber das Zeugnis der Anschauung gegen zwei unserer Hypothesen ist noch aus einem anderen, prinzipiellen Grunde zu verwerfen. Die wissenschaftliche Geometrie postuliert die begriffliche Existenz von Punkten, Geraden und Ebenen, legt die Beziehungen, die zwischen ihnen bestehen sollen, in Axiomen fest, und zieht die logischen Konsequenzen, unbekümmert darum, ob es in unserer Erfahrungswelt Dinge gebe, die, wenn auch nur annähernd, diese Beziehungen verwirklichen. So aufgefasst ist die Geometrie eine reine Geisteswissenschaft, neben der Logik, der Arithmetik und der Analysis wohl die eigentlichste, die es gibt. Unsere physikalischen und physiologischen Erfahrungen dienen uns zwar als Führer bei der Zusammenstellung der axiomatischen Grundlagen, sie können aber auch, wie unser Beispiel zeigt, zu Verführern werden, so dass ihnen keine Beweiskraft in der wissenschaftlichen Geometrie zugebilligt werden kann. Daher wollen wir unter Geometrie vorläufig lediglich ein logisches Gebäude verstehen, die Überbrückung der Kluft, die zwischen ihr und der angewandten Geometrie besteht, erst nachher erörtern.

Wenden wir uns nach dieser notwendigen Abschweifung wieder der Figur und den drei Hypothesen von Saccheri zu. Die Folgerungen aus den Hypothesen des spitzen und des stumpfen Winkels sind Sätze der nichteuklidischen Geometrie, ohne dass Saccheri ihre Tragweite erkannt hätte.

Saccheri zeigt, dass die Verbindungsgerade der Mittelpunkte M und N der Seiten AB bezw. CD zu diesen Seiten rechtwinklig steht, also eine Symmetrieaxe der Figur ist. Ferner ergibt sich, dass wenn die eine der Hypothesen bei einer Figur gilt, sie bei allen Figuren, welches auch ihre Dimensionen seien, gilt. Aus diesem Satze folgt, dass es in der nichteuklidischen Geometrie keine Rechtecke gibt; denn in jedem Viereck mit drei rechten Winkeln, wie $AMND$, ist der vierte Winkel von einem rechten verschieden. Ohne Schwierigkeiten beweist man, dass die Seite CD grösser, gleich oder kleiner ist als die Seite AB, je nachdem die Hypothese des spitzen, rechten oder stumpfen Winkels gilt.

Ist ferner ABC ein bei B rechtwinkliges Dreieck, so ergibt sich, dass die Summe seiner drei Winkel kleiner, gleich oder grösser als zwei Rechte ist, je

nachdem die Hypothese des spitzen, rechten oder stumpfen Winkels gilt. Denn errichtet man in A die Senkrechte AD zu AB und macht sie gleich BC, so ist das Viereck $ABCD$ wieder die Saccheri'sche Figur. Da nun CD grösser, gleich oder kleiner ist als AB, so ist der Winkel $\delta = DAC$ grösser, gleich oder kleiner als der Winkel $\gamma = ACB$, da die beiden Teildreiecke zwei Paare gleicher Seiten haben, und sich der Satz, dass der grösseren dritten Seite der grössere Winkel gegenüberliege, ohne das Parallelenaxiom beweisen lässt. Nun ist aber $\delta = 1$ Rechter $- \alpha$, und also $\gamma \lesseqgtr 1$ Rechter $- \alpha$, somit $\alpha + \gamma + 1$ Rechter $\lesseqgtr 2$ Rechte. Durch Zerlegung eines beliebigen Dreiecks in zwei rechtwinklige Dreiecke beweist man den Satz über die Winkelsumme auch für ein solches.

Von besonderem Interesse ist nun, dass man beweisen kann, dass der Unterschied der Winkelsumme eines Dreiecks von zwei Rechten in jeder der beiden nichteuklidischen Geometrien um so grösser ist, je grösser die Fläche des Dreiecks ist, ja dass dieser Unterschied dem Flächeninhalt des Dreiecks proportional ist. Denkt man sich daher ein gleichseitiges Dreieck, und gilt die Hypothese des spitzen Winkels, so sind die Winkel dieses Dreiecks einander zwar gleich. aber kleiner als 60°, und zwar ist dieser Unterschied um so grösser, je grösser die Seite des Dreiecks ist. Hieraus folgt doch, dass es in der nichteuklidischen Geometrie keine ähnlichen Figuren gibt: denn verdoppelt man die Seiten eines gleichseitigen Dreiecks, so verkleinern sich dessen Winkel.

Schon Saccheri hat mit Recht diejenigen getadelt, die das Parallelenaxiom zu beweisen versuchten, indem sie zwei Gerade parallel nannten, die überall den nämlichen Abstand haben. Denn wollte man von dieser Definition ausgehen, so hätte man vor allem die Existenz solcher Geraden nachzuweisen, was sich aber ohne das Parallelenaxiom nicht machen lässt.

Sind nämlich AB, BC, CD, ... gleiche Strecken einer Geraden, und sind die Lote AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 .... alle gleich lang, so sind die entstehenden kongruenten Vierecke Saccheri'sche Figuren, und die vierten Seiten A_1B_1, B_1C_1, C_1D_1, ... bilden mit den Loten gleiche, und zwar spitze, rechte oder stumpfe Winkel, je nach der angenommenen Hypothese. Sind die Winkel rechte, also in der euklidischen Geometrie, so fallen die vierten Seiten alle in eine Gerade und diese ist parallel zu der gegebenen Geraden. In den beiden andern Fällen, d. h. in der nichteuklidischen Geometrie, bilden die vierten Seiten einen gebrochenen Linienzug, und die Endpunkte aller Lote eine Kurve, die sog. Abstandslinie, die bei der Hypothese des spitzen Winkels ihre konkave, bei derjenigen des stumpfen ihre konvexe Seite der Geraden zuwendet. Die Abweichung der Abstandslinie von einer Geraden ist um so grösser, je grösser der aufgetragene Abstand ist.

Auf Grund der entwickelten Sätze kann man nun bei jeder der drei Hypothesen zum Parallelenaxiom Stellung nehmen.

1. Das Parallelenaxiom gilt, wenn man die Hypothese des rechten Winkels macht, d. h. Euklids Forderung ist eine Folge dieser Hypothese. Ist g eine beliebige Gerade, A ein nicht auf ihr liegender Punkt, so gibt es durch A demnach eine einzige Gerade, die g nicht schneidet, die Parallele, deren Punkte von der Geraden g konstanten Abstand haben. Seit Desargues (1593–1662) bedient man sich auch der Ausdrucksweise, zwei parallele Geraden hätten einen unendlich fernen Schnittpunkt. Nach dem

Parallelenaxiom hat demnach jede Gerade einen unendlich-fernen Punkt. Man beachte, dass diese zweckmässigen Ausdrucksweisen eine Erweiterung des Begriffes „Punkt" in sich schliessen und die unendlich-fernen Punkte lediglich begriffliche Existenz haben.

2. Das Parallelenaxiom gilt nicht, wenn man die Hypothese des spitzen Winkels macht. Die durch einen Punkt A gehenden Geraden einer Ebene zerfallen demnach bezüglich einer Geraden g dieser Ebene in zwei Kategorien: schneidende und nicht schneidende. Das Büschel der schneidenden wird vom Büschel der nichtschneidenden getrennt durch zwei Gerade, die sich der Geraden g asymptotisch nähern, und die man die beiden Parallelen durch A zu g nennt. Einer Geraden werden demnach in dieser nichteuklidischen Geometrie zwei unendlich-ferne Punkte zugeschrieben. Ist a der Abstand des Punktes A von der Geraden g, so ist der Winkel π der beiden Parallelen mit dem Lot gegeben durch die Formel $tg\,\frac{1}{2}\,\pi = e^{-\frac{a}{k}}$, wo k eine für diese Geometrie charakteristische Konstante ist. Für den besonderen Fall der euklidischen Geometrie ist $k = \infty$.

3. Das Parallelenaxiom gilt, wenn man die Hypothese des stumpfen Winkels macht. Alle durch einen Punkt A gehenden Geraden einer Ebene schneiden jede Gerade dieser Ebene in endlicher Entfernung. Die Gerade hat keine unendlich-fernen Punkte, sondern ist als eine im Endlichen geschlossene, in sich zurücklaufende Linie zu betrachten, wie auch der Raum, d. i. die Gesamtheit der Punkte dieser Geometrie von endlicher Ausdehnung ist, da er in sich zurückläuft und daher trotzdem nirgends eine Grenze hat. Die Unendlichkeit des Raumes ist demnach keine Denknotwendigkeit.

Die Gegenüberstellung der Sätze der drei Geometrieen lässt erkennen, dass die euklidische Geometrie einen Übergangsfall zwischen den beiden nichteuklidischen bildet. Dies wird deutlich, wenn man die trigonometrischen Formeln der drei Geometrieen vergleicht. Sind a und b Seiten eines Dreiecks, α und β die ihnen gegenüberliegenden Winkel, so heisst die Beziehung zwischen diesen Stücken in der euklidischen Geometrie

$$a : b = \sin\alpha : \sin\beta.$$

In der nichteuklidischen Geometrie tritt an Stelle dieser Formel

$$\sin [illegible] : \sin [illegible] = \sin\alpha : \sin\beta, \quad (i = \sqrt{-1}),$$

wo k die bereits erwähnte Konstante ist, die bei der Hypothese des stumpfen Winkels rein imaginär ist. Lässt man diese Konstante unendlich gross werden, so geht die zweite Formel in die erste über. Dieser Fall tritt aber auch ein, wenn man a und b, d. i. die Seiten des Dreiecks unendlich klein werden lässt, woraus man schliesst, dass für unendlich-kleine Figuren der nichteuklidischen Geometrie die Sätze der euklidischen Geometrie gelten, so dass z. B. für unendlich-kleine Dreiecke die Winkelsumme unendlich wenig von zwei Rechten verschieden ist.

Saccheri hat, wie schon erwähnt, nur einen Teil dieser Sätze gefunden, im Verlaufe seiner Deduktionen Fehlschlüsse gemacht, die ihn zu dem falschen Resultate führten, die erste und dritte seiner Hypothesen zu verwerfen. Es ging noch einmal fast hundert Jahre, bis mehrere Forscher, fast gleichzeitig und unabhängig von einander, unvoreingenommen genug an das Problem traten. Gauss war wohl der Erste, der die Unbeweisbarkeit des Parallelenaxioms einsah. Wir wissen aus seinem Briefwechsel, dass er von 1792 ab die Sätze

der nichteuklidischen Geometrie für sich entwickelte, ohne freilich seine Resultate zu veröffentlichen, da er „das Geschrei der Boeoter fürchtete". Als die Begründer der nichteuklidischen Geometrie im Sinne der Hypothese des spitzen Winkels haben der Russe Nikolaus Lobatschefsky und der Ungar Johann Bolyai zu gelten, die in den Jahren 1829 bezw. 1831 die logische Möglichkeit einer vom Parallelenaxiom unabhängigen Geometrie veröffentlichten, ohne freilich viel Beachtung zu finden. Riemann wies im Jahre 1854 auf die dritte mögliche Geometrie hin, aber erst im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts ist die nichteuklidische Geometrie Gemeingut der Mathematiker geworden.

Die Untersuchungen dieser Entdecker der nichteuklidischen Geometrie haben gezeigt, dass man unabhangig vom Parallelenaxiom eine Geometrie entwickeln kann, die in sich widerspruchslos ist, ja, wie man später bewiesen hat, zu keinen Widersprüchen führen kann, auch wenn man die Folgerungen noch so weit treibt. Denn es gelang zwischen den Sätzen der nichteuklidischen und der euklidischen Geometrie eine solche Beziehung herzustellen, dass jedem Widerspruch der einen Geometrie ein Widerspruch der andern entsprechen würde.

Hatte man sich so von der logischen Möglichkeit der nichteuklidischen Geometrie überzeugt, so entstand naturgemäss die Frage, welche der drei Geometrieen nun „die richtige" sei, d. h. welche von ihnen in unserem Erfahrungsraum gelte und zusammen mit der Mechanik und der Physik ein geordnetes Weltbild liefere? Es war naheliegend, an ein Experiment zur Entscheidung dieser Frage zu denken. Aber bevor ich die Schwierigkeiten eines solchen Experimentes schildere, bedarf die Fragestellung selbst der Präzisierung. Es kann sich selbstverständlich nicht darum handeln, die logische Richtigkeit des einen oder andern Systems durch ein Experiment darzutun, da ja die Gebilde der reinen Geometrie nur in der Idee existieren und die eine der Geometrieen logisch so richtig ist wie die andere. Man hätte vielmehr zu verlangen, dass das Experiment entscheide über die näherungsweise Anwendbarkeit der einen oder andern Theorie auf die empirischen Raumgebilde, die unsere Erfahrungswelt ausmachen.

Man denke sich eine metallene Oberfläche, nach den besten Methoden, über die der Feinmechaniker verfügt, „verebnet", und auf ihr ein Dreieck mit ebenso fein gearbeiteten Instrumenten verzeichnet, so wird uns die Addition seiner Winkel, auch wenn wir den gleichen Versuch noch so oft wiederholen, in Ungewisseit darüber lassen, welche der drei Geometrieen wir zur Anwendung zu bringen haben. Denn der beobachtete Unterschied der Winkelsumme von zwei Rechten wird vermutlich zum Teil positiv, zum Teil negativ ausfallen und so klein sein, dass er seine Quelle ebensogut in der mangelhaften Realisierung des „Dreiecks", als in der Nichtanwendbarkeit der euklidischen Geometrie haben kann. Wir werden daher zum mindesten zur Überzeugung gelangen, dass unser Versuchsdreieck zu klein sei. Untersuchen wir aber, wie dies schon Gauss getan hat, ein (ebenes) Dreieck, dessen Ecke Signalpunkte auf Bergspitzen sind, so ist das Resultat kein anderes, ja es erheben sich sogar neue theoretische Bedenken. Denn die Seiten des Dreiecks sind nun Lichtstrahlen, und unser Versuch setzt voraus, dass dies Linien gleicher Art seien, wie die „Geraden", die am Messinstrumente, am Theodolit verwirklicht sind, ganz abgesehen von anderen physikalischen Schwierigkeiten des Experimentes. Die nämlichen prinzipiellen Einwände wären zu machen, wenn man, wie dies schon Lobatschefsky getan hat, Dreiecke von astronomischen Dimensionen

heranziehen wollte; aber auch abgesehen hievon liesse sich den Resultaten der Messung vermutlich die euklidische, wie auch die nichteuklidische Geometrie anpassen, wenn man nur die charakteristische Konstante der letzteren gross genug annähme. Wir befinden uns eben bei all' diesen Messungen in der Lage eines Beobachters, der durch blosse Versuche auf der Wollishofer Allmend zu entscheiden hätte, ob auf der Erdoberfläche die Hypothese des rechten oder des stumpfen Winkels näherungsweise gelte. Aber dieses Beispiel zeigt zugleich, dass es zu weitgehend ist, wenn man sagt, die euklidische Geometrie, bezw. ihre Anwendbarkeit auf den Erfahrungsraum, könne von Experimenten nichts zu fürchten haben; führt doch die Ausdehnung der Versuche auf der Erdoberfläche zu dem positiven Ergebnis, dass man die Hypothese des stumpfen Winkels auf ihr anzuwenden habe.

Die geschilderten Versuche haben also keine Entscheidung in der Frage gebracht, welche der drei logisch möglichen Geometrieen in unserem Erfahrungsraum anzuwenden sei. Diese Sachlage berechtigt uns, in Theorie und Praxis die euklidische Geometrie, als die einfachste, beizubehalten. Denn so beruhigend es z. B. für den Naturforscher wäre, in einem endlichen, wenn auch nirgens begrenzten Raume zu leben, der mit einem endlichen Masse von Anstrengung erforschbar wäre, so würde sich doch unser ganzes Weltbild im nichteuklidischen Raum erheblich komplizieren; man denke z. B. daran, dass das Gesetz über die Zusammensetzung der Kräfte anders zu formulieren wäre, dass an Stelle der einfachen Formel $2\pi r$ für den Umfang des Kreises die komplizierte

$$2k\pi\left(e^{\frac{r}{2k}} - e^{-\frac{r}{2k}}\right)$$

treten würde, usw.

Lassen diese wenigen Bemerkungen ahnen, wie innig verknüpft die Geometrie mit den exakten Naturwissenschaften ist, so möge zum Schlusse noch hingewiesen werden auf die Bedeutung der Entdeckung der nichteuklidischen Geometrie für die Philosophie, insbesondere für die Erkenntnistheorie. Es handelt sich um die Rolle, welche die vermeintlich apodiktische Gewissheit der euklidischen Geometrie bei Kant spielt, um neben dem begrifflichen Denken und der sinnlichen Anschauung noch die Anschauung a priori als Erkenntnisquelle darzutun.

Diskussion.

Prof. Meissner: „Es ist, wie der Herr Vortragende anfangs erwähnt hat, in der Tat keine leichte — ich füge hinzu — auch keine dankbare — Aufgabe, vor einem Publikum, das nicht ausschliesslich aus Mathematikern besteht, über eine so weltfremde Sache, wie nichteuklidische Geometrie zu sprechen, über eine Wissenschaft, die dazu noch so abstrus klingende Sätze formuliert, wie wir sie eben vernommen haben. Vielleicht ist es aber ganz nützlich, wenn das doch gelegentlich geschieht, und wieder einmal daran erinnert wird, dass auch die uns allen geläufigen Eigenschaften unseres Raumes in letzter Linie auf unbeweisbare Annahmen hinauslaufen, die nur eine neben vielen andern Möglichkeiten darstellen. Wenn es Herrn Prof. Grossmann gelungen ist, uns das klar zu machen, so ist sein Verdienst um so grösser, als er uns dabei sozusagen in die Kellergeschosse des mathematischen Wissenschaftsgebäudes führen musste, in Gegenden, wo die blasse Logik herrscht

und der farbigen Intuition der Eintritt verschlossen sein muss. Immerhin durften einer Versammlung, die vor Jahresfrist mit Einstein an den Grundbegriffen von Raum und Zeit gerüttelt hat, schon einige Zumutungen gemacht werden. Übrigens liegt die Sache hier einfacher als bei der Relativitätstheorie. Einmal gilt heute der Angriff bloss dem Raum, und dann handelt es sich um uralte Untersuchungen, die jetzt wesentlich abgeschlossen sind und sich überblicken lassen.

Wer eine Geometrie logisch aufbauen will, beginnt damit, dass er alle ihre Voraussetzungen in Axiome formuliert. Eine der nächsten und wichtigsten Aufgaben ist es dann, die Frage nach der Abhängigkeit dieser Axiome zu beantworten. (Ein Axiom heisst abhängig von andern, wenn es logisch aus jenen gefolgert werden kann.) Stellt man sich im Rahmen unserer Geometrie diese Frage für das Parallelenaxiom Euklids, so gelangt man zum Hauptproblem der nichteuklidischen Geometrie. Wir haben heute erfahren, dass die Frage verneinend zu beantworten ist.

Jenes berühmte Axiom ist unabhängig und kann durch andere ersetzt werden. Dann entstehen neue, nichteuklidische Geometrieen.

Über den Beweis der Unabhängigkeit möchte ich etwas bemerken. Er wird geführt, indem man zeigt, dass die neuen Geometrieen ebenso logisch sind wie die gewöhnliche. Beltrami suchte das zu tun, indem er nachwies, dass eine neue Geometrie geradezu auf gewissen Flächen unseres Raumes gültig ist, wenn man nur statt der Verbindungsgeraden zweier Punkte der Fläche jeweilen die kürzeste Linie zwischen den Punkten einführt. Aber der Beweis ist erst stichhaltig, wenn man derartige Flächen angeben kann, die keine sog. Singularitäten (Ecken, Kanten etc.) aufweisen. Solche Flächen waren Beltrami keine bekannt, und Hilbert hat in neuerer Zeit auch bewiesen, dass es deren gar keine geben kann.

Glücklicherweise lieferte die sog. projektive Massbestimmung Cayley's das Mittel, jenen Unabhängigkeitsbeweis restlos zu führen. Danach können gewisse geometrische Verhältnisse in unserem gewöhnlichen Raum als nichteuklidische Beziehungen gedeutet werden; so zwar, dass jeder Konstruktion im einen Raum eindeutig eine im andern Raum entspricht und umgekehrt. Wenn daher eine Geometrie einen Widerspruch enthält, so muss dieser auch in der andern auftreten. Beide Geometrieen sind logisch „gleich richtig".

Diese erkenntnistheoretische Einsicht ist ein Hauptresultat nichteuklidischer Untersuchungen. Ein weiteres betrifft den Erfahrungsraum. Wir wissen heute, welche Messungen wir anstellen müssen, um die Frage zu entscheiden, ob wir besser tun, unsern Erfahrungsraum euklidisch oder nicht euklidisch vorauszusetzen. Bemerkenswert ist, dass für den letztern die Sachlage eigentlich günstiger ist. Es wird uns nämlich nie möglich sein, etwa durch Messungen erfahrungsgemäss festzustellen, dass im Dreieck die Winkelsumme genau 180° beträgt; schon deswegen nicht, weil einer physikalischen Messung nie mathematische Schärfe zukommt. Dagegen ist wohl denkbar, dass (bei genügender Ausdehnung unseres Massbereiches) Abweichungen von 180° gemessen werden, die sich am einfachsten durch Annahme eines nichteuklidischen Raumes (mit genügend schwacher Krümmung) erklären lassen. Das kann auch aus andern Gründen zweckmässig werden, und ich halte hier — vielleicht in einigem Gegensatz zum Vortragenden — Überraschungen nicht für ganz unwahrscheinlich.

Ein weiteres Resultat nichteuklidischer Untersuchungen liegt in den analytischen Entwicklungen, die den geometrischen Beziehungen entsprechen (Invariantentheorie der Differentialformen). Gehe ich historisch recht, wenn ich annehme, dass Beltrami auf diesem Wege zu seinen Differentialparametern gelangt ist?

Zum Schlusse möchte ich auf die Abbildung der beiden Geometrieen durch projektive Massbestimmung zurückkommen. Sie ist auch im Detail ausgeführt worden, und meines Wissens hat Herr Prof. Grossmann gerade daran hervorragenden Anteil. Es würde mich persönlich interessieren, darüber Näheres zu erfahren.

Prof. Grossmann schildert im Anschlusse an den Vorredner noch die Beziehungen zwischen der Geometrie der Lage, die vom Parallelenaxiom unabhängig ist, und der Geometrie des Masses, deren Sätze vom Parallelenaxiom abhängen, aber auch einer projektiven Formulierung fähig sind. Über die Möglichkeit experimentell die Anwendbarkeit der einen oder anderen geometrischen Theorie auf den Raum unserer Erfahrung zu entscheiden, bestehen die grössten Meinungsverschiedenheiten; so wendet sich z. B. Poincaré mit Schärfe gegen die Berechtigung eines Experimentes. Andererseits zeigen neuere astronomische Untersuchungen, so von Harzer, dass unsere astronomischen Kenntnisse im Gegenteil eher für als gegen die nichteuklidische Hypothese sprechen. Es wäre interessant, die Ansichten eines Vertreters der Philosophie zu hören.

Prof. Medicus bemerkt, dass die Philosophie, solange sie (wie üblich) mit formaler Erkenntnistheorie beginnt, kein Recht habe, für oder gegen eine der geometrischen Möglichkeiten zu entscheiden. Anders möchte sich jedoch diese Frage stellen, wenn die Erkenntnistheorie nicht verselbständigt werde, sondern in einer Theorie der absoluten Wirklichkeit ihre Stelle erhalte.

Protokoll der Sitzung vom 12. Februar 1912
im Auditorium des kantonalen Chemiegebäudes.

Vorsitzender: Prof. Dr. C. Schröter.

Traktanden:

1. Das gedruckt vorliegende Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter bester Verdankung an die Herren Auto-Referenten.

2. Der Vorsitzende spricht Herrn Prof. Werner den Dank der Gesellschaft aus für die freundliche wiederholte Überlassung seines Auditoriums, und Herrn Assistent Dr. Karrer für seine geleistete Hülfe.

3. Der Vorstand hat dem Zentralkomitee der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft Mitteilung gemacht von unserem Beschlusse, die Schweizerische Naturforscherversammlung auf 1917 oder 1918 nach Zürich einzuladen. Darauf ging uns am 2. Februar folgende Antwort des Herrn Zentralpräsidenten zu:

Genève, le 2 Février 1912.

Monsieur le Professeur Dr. Schröter
Président de la Société zurichoise des Sciences naturelles
Zurich.

Monsieur et cher Président,

Dans sa séance du 25 janvier dernier, le Comité central a pris connaissance avec un vif intérêt de votre aimable lettre du 19 janvier et m'a chargé

tout d'abord de vous prier de remercier la Société Zurichoise des Sciences naturelles pour son offre aimable pour la réception de la Société Helvétique en 1917 ou en 1918.

Après examen de la question, le Comité central m'a chargé de vous informer qu'il a accepté en principe la proposition de la Société Zurichoise des Sciences naturelles de préférence pour l'année 1917 qui lui paraît mieux convenir que 1918.

Je vous serais obligé de bien vouloir faire part de cette information à votre Comité et vous prie d'agréer, Monsieur et cher Président, l'assurance de mes sentiments les plus distingués.

Pour le Comité central
Le Président:
Ed. Sarasin.

4. Der Vorsitzende erinnert an die schon mitgeteilte freundliche Einladung zum Vortrag des Herrn Hammer durch den Präsidenten des Bodensee-Bezirksvereins deutscher Ingenieure, Herrn Graf Zeppelin jr., und lädt zu zahlreichem Besuch dieses Vortrages ein.

5. Von der „Academy of Natural Science of Philadelphia" ist eine Einladung an unsere Gesellschaft ergangen, uns beim 100jährigen Jubiläum dieses ehrwürdigen Institutes, das am 19.—21. März stattfinden wird, vertreten zu lassen. Der Vorstand wird eine Glückwunschadresse senden.

6. Die beiden das letzte Mal angemeldeten Kandidaten werden einstimmig aufgenommen.

7. Neuanmeldungen liegen folgende vor:

Herr Dr. Friedrich Mühlberg, emeritierter Professor für Naturwissenschaft in Aarau, empfohlen von Prof. Schröter. Herr Mühlberg hat in einem sehr verbindlichen Schreiben dem Vorstand den Beschluss der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft mitgeteilt, zur Herstellung eines engeren Kontraktes unserer beiden Gesellschaften ihren Präsidenten jeweilen ex officio als Mitglied unserer Gesellschaft anzumelden. Wir können uns nur herzlich freuen über dieses freundnachbarliche Entgegenkommen und werden selbstverständlich Gegenrecht halten.

Herr Otto Bloch, Dr. Ing., Experte beim eidg. Patentamt,
empfohlen durch Herrn Prof. Weiss.

Frl. Dr. med. Emma Dübendorfer, Ärztin,
empfohlen durch Frl. Dr. med. Charlotte Müller.

8. Herr Dr. med. Hans Meyer-Rüegg hält einen Vortrag über:

Die Einbettung des menschlichen Eies.

Das Studium der Einbettung des menschlichen Eies stösst auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten, weil die Beschaffung einwandfreien Untersuchungsmaterials von dem Zusammentreffen einer Reihe von seltenen Vorkommnissen abhängt.

Jüngste eingebettete Eier können wir bekommen aus Leichen, bei Aborten, durch Operation. Aber fast immer hat das Eichen, bevor es in unsere Hände gelangt, Schaden gelitten.

Ein frisch eingebettetes Eichen ist aber auch ein sehr kleines Gebilde; auch das Eibett sticht von der Umgebung nicht wesentlich ab, so dass ein Übersehen ungemein leicht vorkommt.

Endlich kommt es noch wesentlich darauf an, dass das Präparat in die richtigen Hände gelange, denn sachgemässe Behandlung und Untersuchung sind ebenso wichtig wie das Auffinden selbst.

Trotz all diesen Schwierigkeiten hat die Lehre von der Einbettung des Eies, speziell beim Menschen, in den letzten Dezennien grosse Fortschritte gemacht; sie ist so gefestigt, dass sie nunmehr auf eigenen Füssen steht. Dementsprechend sind denn auch die Anforderungen, die wir an das Untersuchungsmaterial stellen, wesentlich gestiegen. Wir verlangen, dass das Ei in situ, ungelockert in der Schleimhaut sitze und in lebensfrischem Zustande, in geeigneter Flüssigkeit (Zenker, Flemming) fixiert werde. Die Färbung geschieht am besten mit Haematoxylin-Eosin. Auf die Anfertigung einer lückenlosen Schnittserie durch geübte, kundige Hand muss, in Voraussicht einer Rekonstruktion, grösste Sorgfalt gelegt werden. — Von den 23 bekannt gewordenen eingebetteten Eiern können für die Erforschung der feineren Vorgänge nur etwa ein halbes Dutzend in Frage kommen. Aber auch von diesen erfüllt kein einziges die angegebenen Anforderungen in vollem Masse.

So sind wir denn immer noch auf die kräftige Mithülfe der vergleichenden Anatomie angewiesen. Der vergleichende Anatom arbeitet verhältnismässig viel leichter. Er vermag den ganzen Vorgang der Einbettung von Anfang bis zu Ende nicht nur einmal, sondern so oft er will, sich vor Augen passieren zu lassen. Er hat denn auch für die Forschungsresultate am Menschen den Weg gezeigt. Er wird auch fernerhin die Ergebnisse zu kontrollieren haben.

Selbstverständlich haben wir uns dabei die Vergleichstiere auszusuchen; denn die Art und Weise der Einbettung ist eine gar verschiedene. Sie wechselt auch innerhalb ein und derselben Gattung und zeigt beim Menschen in mancher Hinsicht Besonderheiten. Die schönste Ausbeute versprechen wir uns von der Erforschung dieser Verhältnisse bei den menschenähnlichen Affen. Unsere Blicke sind deshalb auf Kollegen Bluntschli gerichtet: wir können es kaum erwarten, bis er ruhm- und beutebeladen vom Amazonenstrome zurückkehrt.

Die Eieinbettung (Einnistung, Einpflanzung, Innidation, Implantation oder auch Plazentation) besteht im wesentlichen darin, dass gefässhaltige Fortsätze des Eies mit der sehr blutreichen mütterlichen Schleimhaut der Gebärmutter zwecks Atmung und Ernährung in Verbindung treten.

Die Verbindung kann sein eine Aneinanderlagerung oder eine Durchwachsung. Im ersteren Fall lässt sich das Ei jederzeit so ablösen, dass die mütterliche Schleimhaut unversehrt, selbst ihr Epithel erhalten bleibt. Im andern Fall ist eine Trennung nur auf Kosten des mütterlichen oder foetalen Gewebes möglich. In der Regel opfert sich die Mutter und gibt einen Teil ihrer Schleimhaut mit dem Ei ab; es zerreissen dabei Blutgefässe; es blutet, es entsteht eine Wunde, die infiziert werden kann. Danach unterscheidet man Deziduaten, bei welchen ein Teil der mütterlichen Schleimhaut abfällt und Adeziduaten, bei welchen die Trennung ohne Gewebsverlust geschieht. Zu den letzteren gehören z. B. die Einhufer, die Wiederkäuer, die Dickhäuter; Deziduaten sind z. B. die Raubtiere, die Fledermäuse, die Nager, die Primaten, auch der Mensch.

Das Ei kann sodann von Anfang an mitten in der Uterushöhle sich niederlassen und seine ganze Entwicklung hier durchmachen. Man nennt das die zentrale Einbettung (Deziduaten, Raubtiere, Fledermäuse, niedere Affen). Schlüpft das Ei in eine Schleimhautfurche oder -Falte, die sich nachträglich

gegen das übrige Cavum uteri abschnürt, so nennt man das die exzentrische Einbettung (Igel, Maus). Bei einer dritten Art der Implantation gräbt sich das Ei unter Einschmelzung des Gewebes eine Grube, welche nachträglich gegen die Uterushöhle zu abgeschlossen wird. Es ist das die interstitielle Implantation, wie wir sie beim Menschen beobachten.

Für alle Arten der Einbettung aber gilt als oberste Regel, von der es in gesunden Zuständen keine Ausnahme gibt, dass mütterlicher und kindlicher Blutkreislauf streng von einander geschieden bleiben; nie und nirgends sich mütterliches und kindliches Blut vermengen. Allerdings kann die Gewebsschicht, welche sie scheidet und durch welche hindurch der Stoffwechsel stattfindet, sehr verschieden dick und verschieden beschaffen sein. Grosser hat darauf eine Einteilung der Säugetierreihe aufgebaut. In der ersten Klasse legen sich die Fortsätze des Chorion an das unversehrte Epithel der Uterus-Schleimhaut an: chorio-epitheliale Verbindung (die meisten Adeziduaten). In der zweiten Klasse durchdringen die Fortsätze des Chorion das Uterusepithel und setzen sich in einer gewissen Tiefe des Bindegewebes fest: chorio-syndesmoidale Verbindung (Wiederkäuer). In der dritten Klasse dringen die Fortsätze bis an die Blutgefässe heran, aber ohne ihr Endothel zu verletzen: chorio-endotheliale Verbindung (Raubtiere). In der vierten Klasse, zu welcher der Mensch gehört, dringen die Fortsätze des Chorion ins Innere der Blutgefässe hinein, lassen sich direkt vom mütterlichen Blut umspülen: chorio-haemale oder haemochoriale Verbindung.

Der Mensch ist also ein Deziduate mit interstitieller, haemo-chorialer Einbettung.

Wenn wir die Vorgänge, welche sich bei der Implantation abspielen, verstehen wollen, müssen wir einerseits den Grund und Boden, in dem sich das Ei einbettet, also die Schleimhaut des Uterus, anderseits das Ei zur Zeit der Einbettung kennen lernen.

Die Schleimhaut, welche die Innenfläche des Uterus auskleidet, zeigt einige Eigentümlichkeiten, welche sie von andern Schleimhäuten des Körpers unterscheidet. Ohne Zwischenschichte, sog. Submukosa, sitzt sie der Uteruswand, die fast ausschliesslich aus glatten Muskelfasern aufgebaut ist, so fest auf, dass an eine vollständige Ablösung gar nicht zu denken ist. Schlauchförmige Drüsen durchziehen sie in ihrer ganzen Dicke und verankern sich mit ihren oft gabelig verzweigten Enden ungleich tief zwischen den Muskelbündeln, was wesentlich zu der festen Verbindung der Schleimhaut mit der Muskularis beiträgt. Das lockere Gewebe zwischen den Drüsen besteht aus rundlichen, spindel- und sternförmigen plasmareichen Bindegewebszellen; es enthält Lymphozyten in wechselnder Menge. Zahlreiche Blut- und Lymphgefässe durchziehen es. Einschichtiges, kubisches oder zylindrisches Epithel mit Flimmerbesatz bedeckt die Schleimhaut.

Die Uterusschleimhaut befindet sich beim geschlechtsreifen menschlichen Weibe in stetigem zyklischem Wandel. Der Zyklus dauert 28 Tage und wird durch die Menstruation beendet. — Im Beginne des Zyklus stellt die Schleimhaut eine nur etwa 2 mm dicke, grau-rötlich aussehende Schichte mit glatter Oberfläche dar. Die Drüsen sehen mager, schlank, wenig gewunden aus. — Nach etwa 10 Tagen beginnen Wucherungsvorgänge in ihr. Die ganze Schleimhaut wird allmählich dicker und blutreicher, zuletzt etwa 7 mm dick. Die Zunahme ist bedingt durch ein Wachstum ihrer sämtlichen Elemente, zu-

gleich durch eine reichliche Durchtränkung des Zwischengewebes mit Blutplasma, also durch eigentliches Oedem. Oedematöse Schwellung findet sich besonders in den oberflächlichen Partien. In den tiefern Lagen sehen wir dagegen ein ganz auffälliges Wachstum der Drüsenschläuche. Es sind vorzüglich die Epithelien der Drüsen, die so enorm wuchern, dass die Drüsenwandungen, um Platz für sie zu gewinnen, sich in Falten legen und Ausbuchtungen bilden und stark gewundenen Verlauf annehmen. Zugleich sondern sie massenhaft schleimiges Sekret ab, wodurch das Lumen der Drüsen eine gewaltige Dilatation erfährt. Durch all dies rücken die Drüsen viel enger an einander heran und verdrängen das Zwischengewebe. Auf einem Durchschnitte bekommt die Schleimhaut ein vielfach durchbrochenes, schwammartiges, spongiöses Aussehen. Man nennt sie deshalb Spongiosa.

In den oberflächlichen Schichten wachsen dagegen die Zellen des Zwischengewebes zu beträchtlicher Grösse aus. Die Drüsenschläuche werden dadurch eher auseinandergedrängt und eingeengt. Das ganze Gewebe erhält einen festen kompakten Bau und wird deshalb Kompakta genannt.

In diesem geschwellten, blut- und saftreichen Zustande ist die Schleimhaut wahrscheinlich sehr geeignet für die Aufnahme eines befruchteten Eichens.

Bleibt Befruchtung aus, so zeigen sich bald in der subepithelialen Zone punktförmige Blutaustritte, die sich rasch vergrössern, konfluieren und sich einen Weg nach der Oberfläche zu bahnen. Das Epithel wird stellenweise blasenartig abgehoben und durchbrochen. Das Blut tritt tropfenweise in die Uterushöhle aus und fliesst in die Scheide ab: die Frau menstruiert. Die Menstruation ist also das Zeichen, dass Befruchtung ausgeblieben ist.

Dieser Aderlass hat eine sofortige Abschwellung der ganzen Schleimhaut zur Folge. Nicht nur schwindet die Blutfülle der Gefässe und der Saftreichtum des Gewebes, es entledigen sich auch die Drüsen ihres schleimigen Inhaltes, kontrahieren sich und strecken sich. Aus der dicken succulenten Schleimhaut der prämenstruellen Zeit ist die kollabierte, blut- und saftarme postmenstruelle Schleimhaut geworden.

Die Epitheldefekte sind meist nur minimal; andere Male zeigen sie jedoch grössere Ausdehnung. Gelegentlich wird die ganze Epitheldecke in Fetzen abgestossen; ja es gibt eine Krankheit, bei welcher durch die Menstruation jeweilen die Uterusschleimhaut teilweise oder ganz bis zu einer gewissen Tiefe sich ablöst und in Fetzen oder als vollständiger Sack ausgestossen wird.

In allen Fällen regeneriert sich jedoch die Schleimhaut sehr rasch, so dass sie am Schlusse der Menstruation wieder völlig ausgebildet ist.

Die Implantation, ja nach einigen Forschern schon die Befruchtung des Eichens bewirkt auf unerklärliche Weise eine Weiterentwicklung der Uterusschleimhaut im Sinne der praemenstruellen Veränderungen und hält die Menstruation hintan. Wahrscheinlich ist eine gewisse Zeit dazu nötig, den Einfluss der Implantation resp. Befruchtung zur Geltung zu bringen und die bevorstehende Menstruation zu inhibieren. Ist die Menstruation zur Zeit der Implantation resp. Befruchtung schon zu nahe herangerückt, so ist sie nicht mehr hintanzuhalten und das befruchtete resp. schon eingebettete Eichen geht abortiv ab. Grosser glaubt, dass darin der Grund zu suchen sei, weshalb beim Menschen so wenig Eier sich entwickeln, während beim Tier einer Kopulation zur Zeit der Brunst fast mit Sicherheit Schwangerschaft folgt.

Eine biologische Erklärung der Menstruation zu geben, ist uns heute noch unmöglich. Man pflegt sie etwa mit der Brunst der Tiere zu

vergleichen: doch mit Unrecht. Es tritt ja wohl auch zur Zeit der Brunst Schwellung und Blutuberfüllung der Uterusschleimhaut und bei vielen Tieren ein blutig seröser Abgang ein. Allein dies bedeutet nicht, wie bei der Menstruation, dass Befruchtung ausgeblieben und die Gelegenheit zur Einbettung eines Eies verpasst sei. Es leitet nicht die Abschwellung der Schleimhaut oder gar ihren teilweisen Zerfall ein, wie dies die Menstruation tut. Im Gegenteil ist die Zeit der Brunst bei den Tieren gerade die einzige Epoche, während welcher Eier abgestossen werden, Begattung zugelassen wird, Befruchtung eintritt und befruchtete Eier sich einnisten können. Die Brunst hat mit der Menstruation nur in der äusseren Erscheinung eine gewisse Ähnlichkeit. — Eher noch ginge ein Vergleich zwischen der prämenstruellen Zeit und der Brunst an. Aber auch dieser hinkt. Denn einerseits ist beim Menschen die prämenstruelle Zeit nicht die einzige, in welcher Befruchtung und Einbettung stattfindet, anderseits scheinen die beschriebenen prämenstruellen Veränderungen für die normale Einbettung eines befruchteten Eichens gar nicht unerlässlich zu sein. Dies geht mit Bestimmtheit aus der fast alltäglichen Beobachtung der Schwangerschaft ausserhalb der Gebärmutter hervor. Es scheint durch die Einbettung des Eies die Schleimhaut des Eibodens jederzeit rasch die sonst für die Einbettung erwünschte Vorbereitung nachholen zu können.

Nun einiges über das Ei. Die Eier entwickeln sich zu tausenden, ja hunderttausenden in den beiden Eierstöcken. Dort liegen sie in kleinen Bläschen, den sog. Graafschen Follikeln. Von Zeit zu Zeit reift ein solcher Follikel heran, platzt und gibt das Ei frei. Dies nennt man die Ovulation.

Der Ovulationstermin, d. h. der Zeitpunkt, in welchem der Graafsche Follikel platzt und das Ei austritt, ist beim Menschen noch nicht sicher gestellt. Nach der noch vor 20 Jahren allgemein gültigen Pflügerschen Theorie nahm man an, dass jeweilen zur Zeit der Menstruation ein Ei ausgestossen werde. Die Pflügersche Theorie fiel aber mit dem Nachweis, dass frisch geplatzte Follikel sehr oft zur Zeit der Menstruation fehlen, dagegen häufig in jeder anderen Zeit zu finden sind. — Man ging jetzt zur Annahme über, dass Eier zu jeder Zeit ausgestossen werden können und da lag es denn nahe, einer Beeinflussung der Ovulation durch äussere Einwirkungen ein gewisses Feld einzuräumen. Mit Rücksicht auf Tierbeobachtung kann die Ansicht, dass die Kohabitation die Ovulation beeinflusse, nicht ganz von der Hand gewiesen werden. Chazan geht in einer voriges Jahr erschienenen Arbeit so weit, zu behaupten, dass für die Fortpflanzung überhaupt nur diejenigen Eier in Frage kommen, welche in der intermenstruellen Zeit durch eine Kohabitation zum Austritt gebracht werden, während die spontane Ovulation, bei welcher nur ältere, für die weitere Entwicklung wenig oder gar nicht taugliche Eier weggeschafft werden, die Äusserung der Lebenstätigkeit der Ovarien bei ausgebliebener Befruchtung darstelle.

Erst der neuesten Zeit scheint es vorbehalten zu sein, in diese Dinge etwas Klarheit zu bringen. Schon 1907 berichteten zwei Franzosen Ansel und Villemin, dass sie bei Laparotomierten niemals während der Menstruation oder kurz vor oder darnach eine Ovulation festgestellt haben; ein frisches Corpus luteum sei stets nur im Intermenstruum gefunden worden. Die Follikelberstung müsse auf den 10.—12. Tag vor der Menstruation angesetzt werden. Auf der letzten Naturforscher-Versammlung hat nun Fraenkel über ganz gleiche Ergebnisse berichtet, die er aus 151 Bauchschnitten bekommen hat.

Danach können wir uns die Vorgänge bei der Befruchtung folgendermassen zurechtlegen. Die Spermatozoen gelangen durch den Uterus hindurch in die

Tuben. Sie besitzen unter dem Mikroskop eine Schnelligkeit von etwa 2 mm pro Minute und würden den Weg schon in 1—2 Stunden zurückgelegt haben, wenn er nicht so dornenvoll wäre. Tatsächlich erreichen von vielen Hunderttausenden, ja Millionen, nur relativ wenige das Ziel und nur einem einzigen ist es beschieden mit dem Ei sich zu verbinden. Eine Unzahl geht schon in der Vagina unter der Einwirkung des sauren Sekretes zugrunde. Im Uterus haben sie den entgegengerichteten Flimmerstrom zu überwinden. In der ungemein buchtigen, von unzähligen Drüsenmündungen durchbohrten Schleimhaut irrt eine weitere Zahl vom richtigen Wege ab, endlich verlaufen sich von denen, welche das rechtseitige enge Ostium der Tube passiert haben, wiederum viele in den ungemein reichen Falten der Tubenschleimhaut. Nur die stärksten und wägsten gelangen in die Ampulle der Tube, wo ihre Wanderung ein vorläufiges Ziel erreicht hat.

Das reife Eichen wird durch die Berstung des Graaf'schen Follikels frei und durch Flimmerstrom in den Tubentrichter und die Ampulle hinübergeleitet. Hier findet aller Wahrscheinlichkeit nach die Imprägnation statt. Vielleicht hatten die Spermatozoen schon längere Zeit auf das Ei geharrt; man hat sie auch wirklich viele Tage nach der Begattung noch lebensfrisch hier angetroffen. (Nachgewiesenermassen besitzen die Spermatozoen aber auch eine gewisse Findigkeit für ein ausgestossenes Eichen; denn wenn auf ihrer Seite kein Follikel platzt, wohl aber auf der andern, so wandern sie hinten um die Gebärmutter herum, bis sie den andern Eierstock erreicht und das Eichen aufgefunden haben.) Oft aber treffen die Spermatozoen schon auf dem Wege durch den Uterus oder die Tube auf das ausgestossene Eichen.

Das befruchtete Eichen wird in der Tube durch die Flimmerung des Epithels in den Uterus hinüberbefördert. Die Dauer dieser Reise ist auf 8—10 Tage anzusetzen. Wir wissen nämlich, dass sie bei der Maus 5–6 Tage, beim Meerschweinchen 7, beim Kaninchen 7—8, bei Katze, Hund, Schwein, Schaf 8—10 Tage dauert.

Die Annahme ist berechtigt, dass die Dauer der Eiwanderung durch die Beschaffenheit des Weges, insbesondere den Zustand des Flimmerbesatzes, also die Intensität des Flimmerstromes beeinflusst werde. Da nun beim Menschen krankhafte Zustände der Flimmerepithelien nach Untersuchungen von Höhne recht häufig vorkommen, so wird wohl auch die Dauer der Ei-Wanderung ausgesprochenen Schwankungen unterworfen sein.

Das Ei beginnt noch auf dem Wege zum Uterus seine erste Entwicklung durchzumachen. Es verliert die Zona radiata, jenen mehrschichtigen Kranz von Granulosazellen, die es vom Cumulus oophorus aus dem Graaf'schen Follikel mitgenommen hatte und der es wahrscheinlich mit dem nötigen Reiseproviant versieht. Das Eichen macht die Furchung durch und gelangt als Keimblase in den Uterus. Noch hüllt es die Zona pellucida ein; doch ist sie stark gedehnt und verdünnt, bereit das Eichen ganz frei zu geben. Jetzt ist das Ei einbettungsfähig, aber auch einbettungsbedürftig. Das von Anfang an schon sehr geringe Bildungsmaterial ist erschöpft; das Eichen bedarf der Gewebsverbindung mit dem mütterlichen Organismus, wenn es nicht zugrunde gehen soll.

Da nun, wie wir gehört haben, das Ei an den verschiedensten Stellen seines Weges vom Eierstock bis zum Uterus sich anzusiedeln vermag, so muss der Ort der Einbettung von der Schnelligkeit der Eiwanderung abhängen. Und da diese durch die Funktionstüchtigkeit des Flimmerepithels bedingt ist,

so muss der Zustand des Flimmerepithels in der Tube für die Einbettungsstelle ausschlaggebend sein. Defekter Epithelbelag, kraftlose Flimmerung kann deshalb zur Ansiedelung des Eies vor Ankunft im Uterus, also zu Extrauterinschwangerschaft führen. Übertrieben kräftige Arbeit der Flimmern dagegen, wie sie nach Höhne bei chronischer Entzündung und Hypertrophie tatsächlich vorkommt, würde das Ei, bevor es nidationsfähig geworden ist, bis zum innern Muttermund, oder sogar darüber hinaus befördern und für Plazenta praevia oder relative Sterilität verantwortlich gemacht werden müssen.

Freilich haben wir dabei noch einen andern Faktor in Berücksichtigung zu ziehen, nämlich den Ort der Befruchtung, bezw. die Länge des Weges von der Befruchtungsstelle zur Einbettungsstelle. Traf das Ei erst in der Nähe des Uterus oder gar im Uterus selbst auf Spermatozoen, so könnte es gewiss nicht schon im obern Teile des Uterus nidationsfähig sein. Wäre es aber bereits am Eierstock befruchtet worden, so könnte es bei etwas erschwertem Fortkommen die Nidationsfähigkeit schon in der Tube erreichen. Tatsächlich erscheint es aus diesen Überlegungen begreiflich, weshalb so viele Eier beim Weibe unentwickelt abgehen. Auch liegt darin eine Erklärung für die Beobachtung, dass die Begattung in den ersten 10 Tagen nach der Menstruation eher zu Schwangerschaft führt als zu andern Zeiten.

Erfahrungsgemäss ist für einen normalen Schwangerschaftsverlauf die Ansiedelung des Eies an der vordern oder hintern Wand des Gebärmutterkorpers am zweckentsprechendsten. Hier sind die praedestinierten Haftflächen, wie wir solchen auch bei den meisten Tiergattungen begegnen. Sie kennzeichnen sich durch stärkere Entwicklung der Schleimhaut. Sie liegen antimesometral, auch wenn der Fundus uteri nach den neuesten Ergebnissen von Felix eine Ausweitung des durch Verschmelzung der Müller'schen Gänge entstandenen Zervikalteiles darstellt. Sie zeigen die beste Blutversorgung; denn je zwei Arterien von links und rechts treten an sie heran, während die mesometralen Kanten des Uterus nur je von einer Seite Blut bekommen, weil die Arterien die Mittelebene des Uterus nicht überschreiten.

Auch die jüngsten menschlichen Eier, welche beobachtet wurden, waren schon fertig eingebettet, so dass wir die feinern Vorgänge, die sich unmittelbar vor und während der Einbettung abspielen, noch nie beobachten konnten. Indessen sind wir aus den vorliegenden Präparaten doch imstande, den Einbettungsmodus zu erschliessen. Es kommt uns dabei zu statten, dass der Mensch in seiner eigentümlichen Einbettungsart Kameraden in der Tierwelt besitzt und zwar im Meerschweinchen und einigen andern Nagern. Nachdem Graf v. Spee den Meerschweinchen-Ei-Einbettungsmodus beschrieben hatte, gelang Peters im Jahr 1899 an seinem deshalb so berühmt gewordenen Eichen der Nachweis, dass für den Menschen der gleiche Modus gilt.

Danach erfolgt die Einbettung in folgender Weise: Das Eichen legt sich nicht etwa in einer Vertiefung oder Furche an die Schleimhaut an, sondern auf freiem Felde, zwischen den Drüsenmündungen. Ursprünglich eine Zelle von 0,1—0,15 mm Durchmesser, also von Auge noch gerade sichtbar, hat es sich zu einer Keimblase von 0,3—0,5 mm entwickelt. Ob eine blosse Affinität chemischer Natur genügt, um es an der Schleimhautoberfläche zum Haften zu bringen; oder ob vielleicht ein Defekt im Flimmerbesatz oder gar eine kleine Lücke im Epithel die Anheftung begünstigt, vielleicht den Ort der Wahl bedingt, können wir nicht wissen. — Auf alle Fälle vermag jetzt das Ei mit unheimlicher Raschheit die Zellen, an die es sich angelagert hat, also zunächst

das Epithel einzuschmelzen. Aber auch das subepitheliale Bindegewebe muss seiner auflösenden Kraft weichen. Immer tiefer gräbt es sich ins Gewebe ein, bis es ganz unter der Oberfläche versinkt.

Die auflösende Kraft des Eichens ist so bedeutend, dass das eingeschmolzene Material zuletzt das Eichen rings umspült, ja überfliesst und die Einbruchstelle überdacht, und nach Gerinnung gegen die Uterushöhle zu abschliesst. Dieses Material bildet die Nahrung des Eies, die Embryotrophe.

Wahrscheinlich geschieht die Nahrungsaufnahme anfänglich durch reine Osmose. Doch lange Zeit kann diese primitivste aller Ernährungsarten kaum dauern. Sehr früh schon gewinnen die Oberflächenzellen der Keimblase und ihre zottenförmigen Wucherungen verdauende und assimilierende Eigenschaften und sind imstande den synthetischen Biochemismus des werdenden Individuums zu besorgen.

Aber nach kurzer Zeit kann dem Ei auch nicht mehr die einförmige Gewebsflüssigkeit aus der allernächsten Umgebung als Nahrungs- und Bildungsmaterial genügen; es braucht Stoffe aus dem gesamten Organismus der Mutter und diese kann ihm nur das Blut übermitteln. In nächster Nähe stösst es mit seinen zottenförmigen Fortsätzen auf die erweiterten Kapillaren des subepithelialen Gefässnetzes; diese zapft es an und macht sich ihr Blut zunutze.

Die mit solch agressiver Kraft ausgestatteten Oberflächenzellen des Eies sind die Epithelzellen des Chorion. Sobald das Ei mit der mütterlichen Schleimhaut in innigeren Kontakt kam, gerieten diese Zellen in starke Wucherung. Je tiefer es sich ins Gewebe eingrub, um so weiter musste diese Wucherung an seiner Oberfläche herumreichen. Versank es ganz in der Schleimhaut, so fand die Wucherung ringsherum statt. Blieb ein Teil des Umfanges in der Uterushöhle zurück, so fehlte hier die Wucherung. Ob das Ei tiefer oder oberflächlicher sich einbettet, hängt wohl davon ab, ob es schon bald oder erst später auf genügende Ernährungsquellen stösst.

Die Gesamtheit der gewucherten Epithelzellen des Chorions nennt man Trophoblast.

Sehr bald tritt im Trophoblasten ein System miteinander zusammenhängender weiter Bluträume auf, in welchen das mütterliche Blut zirkuliert. Die zwischen den Bluträumen stehenbleibenden Gewebsbalken sind die Anfänge der späteren Chorionzotten. Die Bluträume selbst stellen die intervillösen Räume dar. Wie sie ursprünglich entstanden sind, ist noch eine Streitfrage. Hat sich das aus den angebohrten mütterlichen Gefässen stammende Blut selbst Wege gebahnt im Trophoblasten, oder waren von Anfang an Hohlräume da, in welche das mütterliche Blut hineinfloss, oder ersetzte das Blut nur die das Ei umgebende Embryotrophe in dem Raume zwischen Ei und mütterlichem Gewebe?

Es folgen epidiaskopische Demonstrationen mit erläuternden Erklärungen:

1. Ein Ei, das gelegentlich einer Uterusausschabung aus seinem Bette herausgefallen war, von 2,8 : 1,9 mm Höhlendurchmesser.

2. Das Jung'sche Ei (Erlangen).

Wegen vorgerückter Zeit konnten nicht mehr demonstriert werden:

3. Das Peters'sche Ei (Wien).

4. Ein noch nicht beschriebenes Ei von Prof. Stöckel (Kiel).

5. Das von Siegenbeek van Heukelom (Leyden) beschriebene Ei.

6. Ein pathologisches Ei eigenen Besitzes, an welchem mittelst Rekonstruktion die Ursache des frühzeitigen Todes des Embryo, die Blutversorgung des intervillösen Raumes, das Verhältnis der Schleimhautdrüsen zum Eiraume, die Einbruchstelle des Ovulum in der Schleimhaut etc. festgestellt werden konnten.

Der Vorsitzende verdankte auf das Wärmste im Namen der Gesellschaft den Vortrag und insbesondere die in ihrer Vereinigung so seltener und so schöner Präparate einzig dastehenden Vorweisungen.

Protokoll der Sitzung vom 26. Februar 1912,
abends 8 Uhr, auf Zimmerleuten.

Vorsitzender: Prof. Dr. Schröter.

Traktanden: 1. Das gedruckt vorliegende Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt, unter bester Verdankung an den Herrn Vortragenden für sein Autoreferat.

2. Der Vorsitzende macht die Mitteilung, dass unsere beiden Mitglieder Dr. Theodor Herzog und Carl Seelig wohlbehalten und mit wissenschaftlichen Forschungsergebnissen und Sammlungen reich beladen von ihrer Reise in Bolivia zurückgekehrt sind. Der Akademische Alpenklub Zürich veranstaltet am 28. Februar vor geladenem Publikum einen Vortragsabend, an welchem die beiden Reisenden uber ihre Ergebnisse berichten werden, unter Vorweisung von Lichtbildern. Der Vorstand des A. A. K. Z. hat in dankenswerter Weise unserer Gesellschaft eine grössere Anzahl Billette zugestellt, zu deren Benützung der Vorstand einlädt.

3. Die drei das letzte Mal angemeldeten Kandidaten werden einstimmig aufgenommen.

4. Es haben sich neu angemeldet:

Herr Prof. J. L. Farny, Prof. für Elektrotechnik an der Eidg. Technischen Hochschule, empfohlen durch Herrn Prof. Schröter.
„ Dr. med. W. v. Gonzenbach, empfohlen durch Herrn Dr. Klinger.
„ Dr. med. Walter Hess in Rapperswil, empfohlen durch Herrn Prof. Schröter.
„ Dr. med. Ludwig Hirschfeld, empfohlen durch Herrn Dr. Klinger.
„ Dr. phil. Karl Hubacher, Kantonsapotheker, empfohlen durch Herrn Prof. Schröter.
„ Erich Liebmann, med. pract., Assistent am path. Institut, empfohlen durch Herrn Dr. Howald.
„ Max Ulrich Schoop, Physiker, empfohlen durch Herrn Dr. Theo Frick.
„ Dr. med. Joseph Speckert, empfohlen durch Herrn Dr. Theo Frick.

Herr Forstinspektor Franz Xaver Burri hat sein Austrittsgesuch zurückgezogen.

5. Herr Dr. med. W. R. Hess (Rapperswil) bringt eine Mitteilung über:

Herstellung plastischer Photographien
(mit Demonstrationen).

Die Wahrnehmung der Raumtiefe wird uns beim Betrachten eines körperlichen Objektes durch verschiedene Faktoren vermittelt. In erster Linie ist es der Grad der Konvergenz beider Augen, welcher unserm Gefühl (Muskelgefühl der Augenmuskeln) einen Anhaltspunkt gibt, wie tief ein fixierter Punkt im Raume liegt. — Daneben spielt die Perspektive, die Gegenwart von Schatten und Reflexen und die relative Grösse der Objekte eine Hauptrolle. Während aber der erst genannte Faktor direkt wirkt, gewinnen die nachher genannten ihren Wert nur auf psychischem Wege, indem sie durch unsere von frühester Jugend auf gemachten Erfahrung mit der Wahrnehmung der Raumtiefe verbunden sind.

Bei der Wiedergabe eines körperlichen Objektes im gewöhnlichen Bilde gelangen ausschliesslich die psychischen Momente zur Wirkung. Die Aufnahme der verschiedenen Raumtiefen in dieselbe Ebene macht den Grad der Konvergenz beider Augen nur von der Entfernung der Bildfläche, nicht aber der einzelnen dargestellten Objekte abhängig, wodurch er als Kriterium für die Raumtiefe dahin fällt. Das Ausschalten dieses Faktors bringt notgedrungen einen prinzipiellen Mangel mit sich, welcher uns aufdringlich zum Bewusstsein bringt, dass wir es im gegebenen Falle nicht mit einem wirklichen Objekt, sondern nur mit einem Bilde zu tun haben.

Diesen Defekt korrigiert das Stereoskop. Der lebhafte Eindruck der Raumtiefe, welcher uns durch dasselbe verschafft wird, zeigt uns, wie gross der erwähnte Mangel beim gewöhnlichen Bilde ist. — Trotz der Schönheit der Bilder, welche uns die Anwendung des Stereoskopes verschafft, erfährt die Verbreitung eine gewaltige Hemmung dadurch, dass dazu ein Apparat notwendig ist. Das Bild hat nur dort seinen Wert, wo ein Stereoskop-Apparat ist, und ein Genuss bleibt deshalb nur relativ wenigen vorbehalten. Die grosse Masse des Publikums muss sich mit dem einfachen Bilde begnügen.

Ich habe mir deshalb die Frage gestellt, ob es praktisch möglich sei, Bilder zu schaffen, welche auch ohne Anwendung eines Apparates die Raumtiefe wiedergeben und zwar auch mittelst des direkt wirkenden Faktors durch die im Muskelgefühl der Augenmuskel liegende physiologische Empfindung. Erwähnen will ich, dass wir bereits Lösungen dieser Frage besitzen im sogenannten Parallax-Stereogramm und in einem Stereogramm von Lippmann.

Beide haben aber bis jetzt keine praktische Bedeutung erlangt, offenbar wegen technischer Schwierigkeiten. — Ferner kennen Sie das Komplementär-Stereogramm und wissen, dass es einerseits vom einzelnen nicht hergestellt werden kann und anderseits auch die Notwendigkeit eines Hilfsmittels, nämlich der Rot-Grüngläser, mit sich bringt.

Im folgenden will ich Ihnen eine andere Lösung der oben gestellten Aufgabe kurz auseinandersetzen und gleichzeitig einige Proben vorzeigen.

Wir gehen von der Wirkung einer Linse aus, welche parallelauftreffende Lichtstrahlen zu einem Punkte sammelt. Wird eine grosse Zahl mikroskopisch kleiner Linsen aneinandergereiht, dass sie eine zusammenhängende Fläche bilden und lassen wir durch dieselben hindurch parallele Lichtstrahlen treten, so werden diese so abgelenkt, dass jede kleine Linse als optisches Element für sich die Strahlen nach einem Punkte sammelt, dessen Lage mit der Richtung wechselt, aus welcher die parallelen Lichtstrahlen kommen. Betrachten wir

eine Fläche, welche in Brennweite hinter diesem Linsensystem liegt, so treffen die Blickrichtungen beider scheinbar auf denselben Punkt gerichteten Augen nicht an demselben Punkt auf die Fläche, weil die beiden Augen aus verschiedenen Richtungen durch die Linsen schauen. Und dieses Verhältnis bleibt bestehen, welche Stelle der vorliegenden Fläche die beiden Augen auch betrachten mögen.

Wir wissen im weiteren, dass ein kontinuierliches Bild in Punkte zerlegt werden kann, ohne dass bei genügend grosser Zahl derselben der Eindruck des Zusammenhanges gestört wird. Legen wir nun diese Punkte gerade und nur an jene Stellen, wo die von einem Auge herkommenden Lichtstrahlen auf die Fläche treffen, so wird dieses Bild kontinuierlich dem betrachtenden Auge sichtbar sein; für das andere Auge dagegen bleibt es unsichtbar, weil dessen Blickrichtung auf die zwischen den einzelnen Punkten freigelassenen Zwischenräume trifft. Diese Zwischenräume können nun dazu benützt werden, die Punkte eines zweiten Bildes aufzunehmen. Ist dies geschehen, so sieht jedes der beiden Augen auf derselben Fläche ein Bild, aber jedes Auge ein anderes, z. B. je ein Einzelbild eines stereoskopischen Bilderpaares und damit also ein stereoskopisches bezw. räumliches Bild. Die Fixierung der einzelnen Punkte an die richtigen Orte ist leicht; sie ist gegeben durch die Umkehrbarkeit der Strahlenrichtung. Haben wir in jener Fläche, auf welche die Punkte zu liegen kommen, eine lichtempfindliche Schicht, so brauchen wir nur die Lichtquelle, welche das eine Stereoskopbild kopiert, in die Lage zu bringen, in welcher z. B. das rechte Auge normalerweise steht, und die Lichtquelle für das andere Bild an den Punkt, von welchem aus zukünftig das linke Auge das Bild betrachten wird. Von jedem Element werden die auftreffenden Lichtstrahlen zu Punkten gesammelt, welche für die beiden Bilder nicht über einander, sondern neben einander liegen, weil das Licht für beide aus verschiedenen Richtungen eingetreten ist.

Die praktische Ausführung dieser Theorie erhielt dadurch ihre besondere Schwierigkeit, dass die absoluten Dimensionen der einzelnen Elemente äusserst klein, fast mikroskopische sind, wenn die Zerlegung der Bilder in Punkte eine so feine Struktur aufweist, dass durch sie der Zusammenhang des Bildes nicht gestört werden soll. Vereinfacht wurde sie anderseits dadurch, dass an Stelle der sphärischen Linsen Zylinderlinsen gesetzt werden können, deren Krümmung in der gemeinschaftlichen Ebene beider Augen liegt. Die optische Wirkung bleibt für die beiden Augen dann genau dieselbe; die Struktur des Bildes ändert sich dagegen darin, dass daselbe nicht mehr in Punkte, sondern in feine Linien zerlegt werden.

Die Herstellung einer aus Zylinderlinsen zusammengesetzten Platte geschieht so, dass der für eine Präzisions-Liniermaschine bestimmte Stahl an seiner Spitze halbkreisförmig zugeschliffen wird, mit einem Krümmungsradius von allerdings nur wenig mehr als $^1/_{10}$ mm. Bei der Linierung einer Bronceplatte mittelst dieses Stahles entsteht ein Cliché, dessen eine Oberfläche von einer grossen Zahl nebeneinanderliegender Rillen bedeckt ist, deren Form einem Kreisausschnitt entspricht. Dieses Cliché liefert in der Prägepresse Celluloidplättchen, deren eine Oberfläche (als Positiv zum Cliché) von dicht nebeneinander liegenden feinen Zylinderabschnitten besteht. Die Dicke dieser Celluloidplättchen muss so gewählt sein, dass sie der Brennweite der Zylinderlinsen entspricht. Auf die Hinterfläche kommt eine lichtempfindliche Schicht zu liegen, wodurch das Plättchen befähigt wird, photographische Bilder auf-

zunehmen. — Auf sie, entsprechend der Theorie, die zwei Bilder eines Stereoskop-Bilderpaares kopiert, ergibt Resultate, welche ich Ihnen hier vorzeigen kann.

Ohne auf den Weg, auf welchem ich die praktische Lösung erreichte, näher einzugehen, möchte ich nur noch kurz einzelne Detailfragen erwähnen, welche sich mir entgegenstellten, und bei deren Lösung natürlich meistens experimentelle Versuche ausschlaggebend waren. Es waren zu bestimmen die günstigste Grösse des Kreises (einerseits möglichst klein, um die Kontinuität des Bildes zu erhalten, anderseits möglichst gross, um die notwendigerweise auftretenden Ungenauigkeiten besser vermeiden zu können). Von den verschiedenen Radien, welche ich zwischen 0,2 und 0,07 mm praktisch zur Ausführung brachte, eignete sich am besten ein solcher von annähernd 0,15 mm. — Ferner der Öffnungswinkel des Zylinderausschnittes. Derselbe ist diktiert durch die mittlere Entfernung der beiden Augen unter sich, der normalen Entfernung eines betrachteten Bildes und endlich den Brechungsexponenten des verwendeten Materiales. Wird der Öffnungswinkel sehr klein genommen, so kommen die zu den beiden Bildern gehörenden Punkte zu nahe aneinander zu liegen, so dass sie optisch nur unvollkommen voneinander getrennt werden. Ist der Öffnungswinkel dagegen sehr gross, so kommen sie so weit auseinander zu liegen, dass die einzelnen Punkte mit denjenigen der Nachbarelemente in Konflikt geraten. Ausserdem ist die Linsenwirkung bei grossen Öffnungswinkeln ungenauer und es spielen Reflexe an der Oberfläche der Zylinder eine störende Rolle. Ca. 90° erwies sich als geeignetster Öffnungswinkel. Als Material schien mir Celluloid gegeben. Als lichtempfindliche Schicht kann keine solche zum Auskopieren gewählt werden, sondern eine solche mit nachher notwendiger Entwicklung des Bildes (Chlor-Bromsilber) wegen der notwendigen Überwachung des entstehenden Bildes.

Die Belichtung der beiden Negative von der richtigen Stelle aus ist so erreicht, dass anstatt des Kopierrahmens ein Kopierkasten tritt, welcher ein Fenster besitzt, um das Licht je nur von der gewünschten Seite eintreten zu lassen, nicht wie beim Kopierrahmen von allen Seiten.

Dass sich in allen Entstehungsphasen des Bildes Störungen und Fehlerquellen zeigten, ist selbstverständlich. Einen Stahl z. B. mit nur annähernd idealer Spitze herzustellen war mir bei den geringen Dimensionen und den mir zur Verfügung stehenden technischen Mitteln bis jetzt nicht möglich. Beim Rillen des Clichés tritt eine leichte Deviation der Scheidewand ein, welche die bereits gezogene Rille gegen die neu entstehende abgrenzt, besonders wenn der Stahl tief greift. Wenn er dagegen zu wenig tief greift, so bleibt ein Grat zwischen den beiden Rillen stehen, welcher eine genaue Wirkung des Celluloidplättchens nicht zustande kommen liesse.

Am meisten zu schaffen machte mir das Reflexlicht, welches im Innern des Plättchens entsteht. Jeder vom Licht getroffene Punkt der empfindlichen Schicht sendet nämlich von sich aus wieder Licht in das Innere des Plättchens zurück und lässt solches ausserdem in der Schicht selbst in sein Nachbargebiet diffundieren. Die Folge davon ist, dass die Lichtwirkung auch an Stellen auftritt, wo sie nicht gewünscht wird und ein Bild deshalb nach Richtungen sichtbar wird, wo es unsichtbar sein sollte. Bekämpft habe ich diese Wirkung durch Einschalten eines Lichtfilters, welcher das direkt eintretende, die richtigen Bahnen verfolgende Licht zwar schwächt, aber nur einfach schwächt. Das Reflexlicht wird durch denselben Lichtfilter wegen seines Hin- und Herweges

mindestens dreimal so stark geschwächt und entsprechend stärker zurückgedrängt. Einen weiteren Angriffspunkt fand ich im Entwicklungsprozess, welchen ich so hart, bezw. kontrastreich arbeiten lasse, dass die direkten Strahlen bereits gut gezeichnet haben, bevor das Reflexlicht eine merkliche Wirkung entfalten konnte.

Zum Schlusse noch einige Worte über das fertige Bild. Entsprechend der Herstellung ist es nicht nach allen Richtungen gleich sichtbar, sondern es entfaltet seine günstigste Wirkung in einer bestimmten Haltung vor den Augen welche im Herstellungsprozess der normalen Haltung eines Bildes von gegebener Grösse angepasst ist. Als solche wurde angenommen 20 bis 30 cm Entfernung, gerade (nicht schief) vor den Augen.

Wichtig ist für die Betrachtung auch eine etwelche Erziehung der Augen, welche das Bild umso schöner werden lässt, je länger man es betrachtet, und ihm umso eklatanter und rascher Raumtiefe verleiht, je öfter man solche Bilder schon gesehen hat. Für gewöhnlich arbeiten nämlich Akkommodation und Konvergenz stets so miteinander, dass mit Zunahme der Konvergenz eine Zunahme der Akkommodation nötig wird, da sich nicht nur die Stellung beider Augen, sondern auch die Form der Linse jedes Auges auf die verschiedenen Entfernungen einstellen muss. Bei Betrachtung dieser Bilder (wie übrigens auch bei den üblichen Stereoskopbildern) muss dagegen die Konvergenz unabhängig von der Akkommodation beherrscht werden, wofür wir aus dem gewöhnlichen Leben keine Gewohnheit haben.

Prof. Dr. Heinrich Zangger:
Immunität, Angewöhnung, chronische Vergiftung.

Immunität, Anpassung und chronische Vergiftung sind drei der rätselhaftesten biologischen Erscheinungen, die sich zum Teil berühren; sie spielen in der Existenz jedes Lebewesens, das ganze Leben hindurch, von der Geburt bis zum Tod eine grosse Rolle, und die lebenden Wesen schwanken zwischen ihnen hin und her.

Diese Vorgänge haben von jeher das grösste Interesse erweckt. Viele Erscheinungen solcher Art wurden mit Wundern identifiziert, mit Gottesstrafen, Hexereien in Verbindung gebracht, je nach der Kulturanschauung der Zeit, und das Wunderbare dieser Vorgänge ist ihnen auch heute noch nicht genommen.

Andererseits wurden schon früh Erfahrungstatsachen und Beobachtungen von Immunität nach überstandenen Krankheiten notiert, aber ihrer Undurchdringlichkeit für das Vorstellungsvermögen entsprechend, wurden sie nicht systematisch verwendet. Dies geschah erst in neuester Zeit, zum erstenmal vor zirka 100 Jahren, durch die Impfung gegen die Pocken, welche zum Zweck hat, eine milde Krankheit, aber immerhin eine Krankheit gleicher Art zu erzeugen, zu einer bestimmten, gewollten Zeit, die gegen eine ausgesprochene schwere Krankheit zur Zeit einer Epidemie schützt.

Die bewusste Erhöhung der Körperwiderstände gegen Gift-Substanzen ist ebenfalls sehr alt. Der berühmte König Mithridates hat nach allem schon Experimente gemacht, Tiere an grosse Dosen Gift (wohl Arsenik) zu gewöhnen und dabei eine relative Immunität gegen Einnahme tötlicher Dosen erzielt, er hat auch die experimentellen Resultate auf sich selber übertragen, indem er sukzessiv grössere Dosen Gift zu sich nahm, um sich bei einem allfälligen Vergiftungsversuch durch Speisen etc. zu schützen.

Wenn also schon früh Beobachtungen bekannt wurden über auffälligen Schutz gegen Krankheit, so wurde ebenso früh beobachtet, dass es Krankheiten gibt, verheerende Massenerkrankungen, wie gerade Pest und Cholera, durch deren Überstehen kein dauernder Schutz erreicht wird. Ebenso wurde schon im Altertum und dann wieder in der Renaissance auf schwere fortschreitende Erkrankungen aufmerksam gemacht, die nur bestimmten Bezirken und Arbeitsgebieten angehörten, so Arbeitergruppen, die mit Blei oder bleihaltigem Silber zu arbeiten hatten, ferner Arbeitern, die an den wenigen Orten der alten Welt beschäftigt waren, wo Quecksilberbergwerke und Quecksilberhütten sich befanden.

Bei allen diesen Schädigungen konstatierte man eine sehr verschiedene Widerstandskraft der Menschen, so dass eine natürliche Auswahl zustande kam.

Die Kenntnis der Giftigkeit des Quecksilbers speziell wurde, nach den Komödiendichtern und Satirikern zu schliessen, als wunderbar wirkendes Mittel verwendet zu Beschworungszwecken, Sympathiemitteln im guten und bösen Sinn.

Wenn bestimmte Ortschaften an eigenartigen gehäuften Erkrankungen litten, so hatte die Umgebung im Mittelalter immer die Freundlichkeit, diese Menschen als verkommen und der Gottesstrafe würdig zu betrachten. Daher kam so lange kein Fortschritt in der Erkenntnis der chronischen Vergiftungen im Gegensatz zu den akuten Vergiftungen, deren Untersuchung von den regierenden Geschlechtern stark gefördert wurden.

Die medizinische Forschung der letzten 20—30 Jahre hat sich ausserordentlich intensiv mit der Bekämpfung der Infektion, der ansteckenden Krankheiten, beschäftigt, und das am allgemeinsten interessierende Resultat war die Immunisierung. Man hat sich sogar gewöhnt, unter Immunität und Immunisierung die bakterielle Immunität zu verstehen, mit einem geheimnisvollen, aber einheitlichen Schutzmechanismus, dessen absolute Gleichmässigkeit man auch einige Zeit in Forscherkreisen voraussetzte.

Die äusserlichen Gegensätze der Immunität, Anpassung und chronischen Vergiftung sind in bezug auf die intimen Vorgänge verwandt, aber bei allen drei Gruppen sehr vielgestaltiger Art.

Die einfachen äusserlichen mechanischen, sehr anschaulichen Schutzeinrichtungen, bei Tier und Pflanze; die Dicke der Oberhaut, die Wirkung des Lichtes, der Trockenheit oder starken Feuchtigkeit, der Reinlichkeit, sind in ihrer Bedeutung erst in der neueren Zeit bekannt geworden. Von den äusseren Mitteln prinzipiell zu trennen sind die Schutzeinrichtungen im Innern des Körpers, die sich auf mikroskopische Gebiete und Vorgänge beschränken

Diese Mittel sind nun auch wieder recht vielgestaltig; sie können physikalischer und chemischer Art sein und bestehen in der Reaktion des Organismus auf die fremden in den Körper eingedrungenen Substanzen, Bakterien, Giftstoffe etc.

Im Innern des Körpers stehen dem Lebewesen eine grosse Reihe von Kombinationen der Mittel zur Verfügung.

Je komplizierter das eingedrungene Ding, um so komplizierter ist meistens die Reaktion des Körpers. Gegen einen Fremdkörper, einen kleinsten Holzsplitter, wie gegen ein Bakterium, wandern Zellen aus den Blutgefässen, indem die Gewebschädigung sie anzieht, ihnen die Richtung angibt, so dass naturgemäss von allen Seiten Zellen auf das fremde Ding zusteuern und einen dichten Wall bilden, und so die Beziehungen des fremden Körpers zum Organismus durch den Wall abgegrenzt, zum Teil aufgehoben werden. Darin hat die bekannte Heil-Erscheinung des Herauseiterns ihren Grund.

Diese fremdartigen Körper können aber zum Teil verdaut und aufgelöst werden, wie ein Teil der Bakterien, die keine besonders derbe Hülle haben, währenddem z.B. der Tuberkelbazillus mit seiner wachsartigen Hülle recht schwer verdaut wird.

Dinge, die nicht verdaut werden können, werden ausgestossen oder eingekapselt.

Die Zellen können ganz kleine Dinge von $^{1}/_{100}$ mm Länge aufnehmen, sie können sie zum Teil verdauen, sie können sie forttragen, sie können daran zugrunde gehen und die Bakterien können an einer andern Stelle frei werden, sich vermehren und wieder Krankheitsprozesse erzeugen.

Also schon bei diesen mikroskopisch noch verfolgbaren Vorgängen sind die Reaktionen des Körpers nicht gleichwertig. In den meisten Fällen führen sie zur Heilung unter bestimmten Bedingungen, in seltenen Fällen werden die Schutzmassregeln des Körpers überwunden, indem die Zellen gelähmt und getötet werden, also keinen Wall bilden und die Bakterien nicht aufnehmen können.

Die Zellen können sogar, wenn ein Bakterium nicht verdaut werden kann, dieses an gesunde Orte hin verschleppen.

Die Bakterien ihrerseits sondern aber lösliche Stoffe ab, oder zerfallen selbst, lösen sich auf zu Molekülen, die wie andere gelöste Stoffe in den Körpersäften zwischen den Zellen durchwandern oder auch in die Zellen hineingelangen und das allgemeine Krankheitsgefühl z. B. Fieber, Übelsein, Erbrechen auslösen.

Gegenüber gelösten verflüssigten Stoffen, Stoffen, die in der Flüssigkeit aufgeteilt werden, in kleinste Anteile vom Durchmesser von ca. 1 Millionstel Millimeter müssen vom Organismus andere kleiner dimensionierte Mittel aufgeboten werden, die ungefähr in gleicher, sehr grosser Zahl und Grösse wie die Moleküle zu Gebote stehen, also kleiner sind als diejenigen zur Bekämpfung mikroskopisch sichtbarer Gebilde, die mindestens 100000 bis mehrere Millionen solcher Einzel-Moleküle der eben erwähnten Grösse enthalten. (Gerade so wenig wie der Staat die Polizei mit Säbel und Revolver aufbietet zur Bekämpfung von Maikäfern, Rebläusen und Heuschrecken, eben so wenig kann der Organismus seine grobern mechanischen Mittel verwenden gegen eingedrungene gelöste Gifte).

Die Mittel, die dem Organismus zur Verfügung stehen, um gegen eingedrungene Moleküle und gelöste Stoffe vorzugehen, sind nun wieder recht verschiedene, je nachdem die Moleküle Verwandtschaft zu bestimmten Gebilden haben, physikalisch oder chemisch Zellen und Organe des Organismus in ihren normalen Prozessen alterieren, angreifen, die Prozesse auf falsche Bahnen lenken und das Gleichgewicht modifizieren können.

Schon kleinste Störungen, z.B. Veränderung der physikalisch-chemischen Reaktion des Blutes, die gerade mit den empfindlichsten chemischen Mitteln nachgewiesen werden, erzeugen schwerste Krankheitssymptome, sogar Tod.

Es kommt nun bei den Reaktionen des Körpers auf zwei Hauptpunkte an:

1. auf physikalische Eigenarten: die Gesamtmenge, die Konzentration, die Lösbarkeit und vor allem auch die Verteilung im Organismus an bestimmte Orte, bedingt durch den Mechanismus des Durchdringens;

2. auf die chemischen Eigentümlichkeiten des Stoffes, hauptsächlich, ob er im normalen Organismus schon vorhanden sei oder nicht, und ob er Neigung habe, Verbindungen mit Körperbestandteilen einzugehen.

Unter normalen Bedingungen wehrt sich der gesunde Organismus gegen Einwirkungen von aussen dadurch, dass die Aufnahme durch die Haut sehr beschränkt ist, durch den Darm mindestens sehr abgestuft für verschiedene Stoffe und vor allem, dass die Ausscheidung speziell durch die Nieren sehr schnell einsetzt. Die meisten Substanzen, die durch Darm und Haut aufgenommen wurden, können ebenfalls sehr leicht nach aussen befördert werden, bei gesunden Nieren.

Das lebende Wesen hat sogar die Eigentümlichkeit, wenn es unter andere Lebensbedingungen kommt oder häufig giftige Stoffe z. B. in den Darm aufnimmt, dass sogar die Darmmembran sich anpasst; wie bei der Anpassung an die Kost verschiedener Länder, haben wir die Anpassung des Menschen- und Tierdarms an Arsenik (Cloetta), indem die Darmmembran immer weniger durchlässig wird für Arsen. Dasselbe gilt wohl für die arsenfesten Stämme, Schlafkrankheit-, Dourine-, Trypanosomen der Syphilisspirochäten. Gegen andere Gifte wird die Durchlässigkeit in anderm Sinn verändert.

Für die Gifte, die in der Blutbahn und den Zellflüssigkeiten sind, d. h. Gifte, die aus dem Darm und durch die Haut in die innern Organe des Lebewesens aufgenommen wurden, stehen eine ganze Reihe von chemischen und physikalischen Mitteln zu Gebote. Sehr häufig können gegenüber fremdartigen, hauptsächlich organischen Substanzen genau dieselben Mittel der Zerstörung und Assimilation angewendet werden, wie z. B. für die Zerstörung und Assimilation der Nahrungsmittel.

Diese Zerstörung ist möglich durch Übertragung von Sauerstoff, sogenannte Oxydation, wie sie gegenüber den Fetten und Kohlehydraten, Eiweisskörpern zur Erhaltung der Körperwärme und zur Arbeitsproduktion verwendet wird.

So werden z. B. Stoffe wie Morphium und Kampfer sicher z. T. oxydiert und die oxydierten Produkte dieser Art sind ungiftig oder wirken ganz anders.

Diese Eigenschaften, spezielle Stoffe zu oxydieren, können nun gesteigert werden und ein Hauptteil der bekannten Angewöhnung gegen Morphium besteht in einer Steigerung der schon normal vorhandenen geringen Oxydationsfähigkeit solcher Stoffe. Neben der Oxydation kommen im Organismus eine ganze Reihe anderer, wenn auch seltener rein chemischer Prozesse vor, die Gifte unschädlich machen, z. B. die Spaltung unter Wasseranlagerung, die Verkettung der giftigen chemischen Gruppe mit einem Ausscheidungsprodukt, wie die Bildung der Äther-Schwefelsäuren mit den chemischen Körpern der Karbolsäuregruppe, ferner Umlagerungen und Reduktionen, vor allem auch die Unlöslichmachung.

In vielen Fällen bekommen die giftigen Körper schon durch eine geringe Veränderung im Blutstrom ganz veränderte physikalische Eigenschaften, so dass sie z. B. nicht mehr in die Nervenzellen eindringen können, dass sie weniger löslich werden, oder dass sie an eine Substanz angekoppelt werden, die sie mitnimmt durch die Niere in den Harn, oder auch in den Enddarm oder die Galle.

Auch diese Verteidigungsmittel können gesteigert werden und werden zum Glück meistens gerade da gesteigert, wo die fremden Stoffe in den Körper eindringen, ohne dass Organe wie das Nervensystem unter der Anpassung zu leiden brauchen. Gerade in dem Umstande liegt die Immunität und Anpassungsmöglichkeit, dass die Aufhebung der giftigen Wirkungen zur Hauptsache in Organen vor sich geht, die z. B. nicht so empfindlich sind, wie das Nervensystem.

So werden viele Gifte schwierig durch die Darmwand durchgelassen, im Blut begegnen sie zum Teil schon Stoffen, die sich mit ihnen kombinieren, sie spalten, abfangen, schwer löslich machen.

Die roten Blutkörperchen haben sogar in bezug auf das Aufsaugen und Ansichreissen von Giften sehr viel gemeinsames mit dem Nervensystem, sie nehmen viele Nervengifte im Blut schon in sich auf und bewahren dadurch das Nervensystem vor ihren Einwirkungen.

Diese Stoffe werden dann sukzessive langsam verändert, in kleinen Konzentrationen an das Blut wieder abgegeben, in Leber und Milz deponiert, umgewandelt und ausgeschieden.

Viele dieser Schutzwirkungen bewahren speziell das Nervensystem vor brutalen Einwirkungen, die seine Funktionen tötlich schädigen. Sie haben aber viele Nebenwirkungen zur Folge in Form von Schädigung der Organe, wie Leber, Nieren, Blut und Gefässe und Herz und Knochenmark.

Der Anpassungsfähigkeit und Immunität gegen eine brüske Einwirkung auf die lebenswichtigen Organe entspricht also in vielen Fällen keine volle allgemeine Anpassung, sondern sehr oft eine Schädigung dieser schützenden Organe.

In kaum einer Erscheinung kommt die grosse individuelle Differenz der Reaktion so stark zum Ausdruck wie bei den Reaktionen des Körpers auf wiederholt einwirkende Gifte.

Bei einzelnen bekannten Vergiftungen und Angewöhnungen, so bei der kaum 50 Jahre alten Kulturkrankheit des Morphinismus und des noch neueren Kokainismus finden wir einerseits eine sehr ungleiche Anpassungsschnelligkeit an das Bedürfnis nach grösseren Dosen. Nach allen Erfahrungen verfällt die Mehrzahl dieser Leidenden in die schlimmen Charaktereigenschaften der Morphinisten, in Energielosigkeit, Anwendung aller Mittel, um Morphium zu erhalten etc., so dass engster Egoismus entsteht als Charakterfolge der Vergiftung.

Dazu gesellen sich weiter bei einer grossen Zahl der Morphinisten früh schwere allgemeine Störungen, die in den Organen ausserhalb des Nervensystems liegen: sie werden blass, die Muskeln schwach, sie neigen auch in jungen Jahren zu plötzlichem Tod und verlieren in ganz auffälliger Weise die Widerstandskraft gegen Infektionen und Gifte; analog, aber vielleicht noch ausgesprochener als die Alkoholiker.

Nachdem wir gesehen haben, wie schon gegen einfache Körper ganz verschiedene Mittel vom Organismus angewendet werden, um sich vom Gift zu befreien oder frei zu halten, und wie auch eine Reihe von Barrièren bestehen gegenüber schädlichen Stoffen, können wir konstatieren, dass gegen die vielartigen Wirkungen der Bakterien eine Reihe wesensverschiedener Reaktionen von Seiten des Organismus erfolgen.

Gegen verschiedene Bakterien verwendet der Organismus verschiedene Mittel, resp. kommt mit ganz verschiedenartigen Mitteln zusammen nur zum Ziel.

Die Verteidigung muss bei Bakterien erfolgen gegen die Ausscheidungsprodukte der Bakterien, der sogenannten Toxine, die vom Bakterienleib weg diffundieren und überallhin in den Körper gelangen können. Diese Gifte sind bei einer Reihe krankmachender Bakterien das wesentlich schädigende, so beim Starrkrampf, bei der Diphtherie. Das Immunwerden gegen solche Gifte bedeutet, dass Stoffe im Körper entstehen und sich überall hin verbreiten, welche

diese Gifte auf dem Weg zum Nervensystem in erster Linie abfangen, oder sonstwie ungiftig machen.

Dass Stoffe sehr grosser Molekülverbindungen von Eiweissart die Eigentümlichkeit haben, den physikalischen Zustand ihnen verwandter Körper, mit denen sie Verbindungen eingehen, zu verändern, diese gewissermassen herauszulösen und durch Störungen des physikalischen Gleichgewichtes Nachschub von grossen Quantitäten solcher Stoffe zu veranlassen, kann als prinzipiell sicher betrachtet werden.

Die einzelnen Organismen haben jedoch verschieden grosse Produktionskraft in solchen Gegengiften, Antikörpern. Aber diese Produktion ist eine Störung des normalen Gleichgewichtes. Die Menge der von einem Organismus produzierbaren Gegengifte ist beschränkt; eigenartige Veränderungen der Leber, des Pankreas und anderer Gebilde treten auf, die viel zu wenig untersucht sind bei den verschiedenen Tieren, da man sich überhaupt viel zu wenig mit vergleichender Pathologie beschäftigt.

So ist es verständlich, dass z. B. ein Tier, das längere Zeit Immunserum produzierte, plötzlich versagt und kleinen Giftdosen erliegt, ferner, dass die Herausbildung einer Immunität die Immunisierung gegen ein anderes Gift nicht begünstigt, sondern meist sehr stark schwächt.

Komplizierter, aber aus dem vorhergehenden einigermassen anschaulich verständlich, ist die bakterielle Immunität, die sich sicher aus einer grossen Reihe von sich folgenden Prozessen zusammensetzt.

Wir können sie einteilen in Vorgänge, die wir mikroskopisch und quantitativ verfolgen können, wie z. B. die Auflösung der Bakterien als Individuen (wie auch fremder roter Blutkörperchen) und die Bekämpfung der schädlichen Eigenschaften der aufgelösten, schädigenden Innenbestandteile der Bakterien.

Andern Bakterien gegenüber verfährt der Organismus ganz anders — er hüllt sie ein, wie Tuberkelbazillen oder versucht sie mindestens einzuhüllen (Aussatz, Rotz u. a.). Gelingt die Abgrenzung durch eine Hülle, die für die Zersetzungsprodukte der Bakterien fast undurchgängig ist, so tritt Besserung der Krankheit ein, weil die allgemeinen Symptome und Beschwerden schwinden. Da aber diese Hüllen recht ungleich sind, oft von den Bakterien selber wieder angegriffen werden können, und durch andere Bakterien, Eiterung, mechanische Einflüsse wieder durchbrochen werden, so haben wir hier Krankheiten vor uns, die sehr zum Fortschreiten und zu Rückfällen neigen, solange die Bakterien in diesen Hüllen lebensfähig bleiben. Nicht der Gesamtorganismus ist in diesen Fällen immun und vernichtet die Bakterien, sondern er reagiert, sodass entweder Zellwälle sich bilden oder dass gegen die Produkte der Bakterien Stoffe entstehen, die jene fällen, die weniger löslich sind und sich da niederschlagen, wo Bakterienprodukte in bestimmten grösseren Mengen auftreten, also gerade um die kranken Stellen herum wird sich am ehesten diese Reaktion realisieren.

Im Gegensatz zu dieser weitgehenden Anpassung stehen die eigentlichen primären chronischen Vergiftungen mit sehr geringer Tendenz zur Anpassung; solche Vergiftungen erzeugen auch chemisch wenig alterierbare, wenig angreifbare Gifte resp. Stoffe, in erster Linie einige Alkaloide, narkotische Gifte, auch metallische Gifte, vor allem aber viele in der Technik verwandte chemisch aktive Stoffe.

Das moderne Leben, die Zentralisierung der Bearbeitung und Mischung aller Lebensmittel, die Genussmittel, die grossen Fortschritte der Technik in der Darstellung künstlicher Stoffe, die Ersatzstoffe schädlicher und unschädlicher Art, verlangen vom menschlichen Organismus Anpassung in einem bis heute meist wenig beachteten Umfang. Was nicht ein unmittelbares Krankheitsgefühl erzeugt, hält man gewöhnlich für unschädlich.

Schädliche Stoffe treten heute in der Technik in ausserordentlichen Konzentrationen und Mengen auf. Eine grosse Zahl von gewerblichen Vergiftungen wurde in Produktionsgebieten zuerst bekannt und untersucht. Die Vorsichtsmassregeln wurden auf Grund der allgemeinen Vorschriften für Fabrikbetrieb durchgreifend verbessert, hauptsächlich auch, weil die automatischen geschlossenen Maschinen im Grossbetrieb Arbeitskräfte und Material sparen.

Die Giftigkeit aller dieser Stoffe ist eine variable, je nach Individuum, und gegen alle hat der menschliche Organismus eine, wenn auch meist recht beschränkte Anpassungsfähigkeit.

Die allgemeine Erfahrung lehrt, dass wir Menschen uns recht ungleich anpassen, auch zu verschiedenen Zeiten ungleich empfindlich sind und dass die Jugend und das höhere Alter ganz allgemein chronisch schädigenden Einflüssen leichter erliegt. So zeigt es sich, dass lange Zeit und auch heute noch viele unklare atypische Vergiftungsfälle, wie sie hauptsächlich im jugendlichen Alter vorkommen, übersehen, verkannt, falsch gedeutet werden mit entsprechend schlimmen Folgen.

Diejenigen chronischen Vergiftungen, die nicht entzündungserregend wirken oder das Nervensystem ziemlich direkt tangieren, werden regelmässig lange übersehen und erst, wenn Gesundheitsschädigung und Schädigung des Befindens, infolge Veränderung der Organfunktion eingetreten sind, wird man auf den Krankheitsprozess aufmerksam, diagnostiziert dann eine Entzündung der Niere, der Leber, Krankheit des Herzens, der Gefässe etc., ohne dass es möglich ist, den Nachweis der Ursache dieser Erkrankung noch zu erbringen, ob sie eine Infektionskrankheit oder eine direkte Giftwirkung war.

Die chronischen Vergiftungen in den Gewerben sind heute durch die Einführung der Reinigungs- und Schutzgelegenheiten im wesentlichen auf die flüchtigen und verstaubenden Stoffe beschränkt, aber auch hier hat die Grossindustrie in ihrem Interesse durch verschlossene automatische Maschinen die Gefahr zu reduzieren versucht. Dagegen tritt in der Kleinindustrie und bei Verwendung langsam wirkender giftiger Stoffe, hauptsächlich bei Jugendlichen, diese Gefahr in den Vordergrund. Diese Gefahren sind um so grösser, weil heute bereits viele schädlichen Substanzen unter Patent- und Phantasienamen als Essenzen, Parfum etc. in den Handel kommen und als Ersatzmittel verwendet werden, ohne dass jemand im Betrieb ahnt, was für Grundsubstanzen vorliegen.

Die chemisch inaktiven, aber flüchtigen, fettlöslichen Substanzen haben bei einmaliger kurz dauernder Einwirkung wohl vorübergehende Störungen zur Folge aber analog dem akuten Alkoholrausch meist keine Dauerschädigungen, resp. Schädigungen von längerer Dauer, während diejenigen Stoffe, die neben diesen physikalischen Eigenschaften noch ausgesprochene chemische Eigenschaften, wie Anlagerungsfähigkeit, ungesättigtes Verhalten zeigen (irgend einer Seitengruppe), zu ausgesprochenen Nachkrankheiten unter Umständen unheilbarer Art führen. (Vergleiche Tabelle nebenan).

Chemisch inaktive Stoffe				Chemisch aktive Stoffe
Grundstoffe	Aktive Gruppen			ungesättigte (aggressive) Verbindungen
	OH etc.	NH_2	NO_2	
Benzin (Ligroin, Petrol etc.)	Alkoholreiche Ester	Amine	Nitro-Körper	$= CO$; $\overset{H}{\underset{H}{C}} \langle {N \atop N}$
Benzol Homologe Naphthalin	Phenole etc.	Aniline		H_2S CS_2 (HCN)

Charakteristisch für die Reaktion des Körpers gegenüber diesen Giften ist, dass der Organismus gegen die Hydroxyl- und Alkoholgruppen sich verteidigen kann, indem er sie angreift wie Alkohol und Morphium, oder koppelt mit Ausscheidungsprodukten, wie die Schwefelsäure, Glucuronsäure, während bei denjenigen chemischen Gruppen, auf die der Körper weniger eingestellt ist, nicht nur keine Angewöhnung, sondern eher eine erhöhte Empfindlichkeit auftritt.

Gegen solche Gefahren, die der technische Fortschritt mit sich bringt, ist rationell nur auf einem Wege aufzukommen durch Zusammenarbeit der Technik mit der Wissenschaft, indem möglichst früh drohende Gefahren festgelegt werden, bevor sich grosse Industrien auf chemisch gefährliche Stoffe gegründet haben.

Die Wirkung der einzelnen Substanzen ist natürlich abhängig:

1. von der lokalen Konzentration und der Dauer der Wirkung. Die Konzentration ist ihrerseits bedingt von der Menge der Substanz, deren Flüchtigkeit, Siedepunkt und der bestehenden Temperatur (eventuell der Verstaubbarkeit);

2. von der Durchlässigkeit der Haut und der Schleimhäute für diese Stoffe und Gemische;

3. von der Löslichkeit im Blut, resp. Wasser, durch dessen Vermittlung diese Substanzen an die Zellen herangelangen;

4. von dem Grad der elektiven Absorption in bestimmte Zellen, infolge der Löslichkeit (Teilcoeffizient) und Wirkung der Oberflächenspannung;

5. ferner vom chemischen Charakter der Substanz.

Ich wollte jedem möglichst anschaulich zeigen, dass die physikalischen und chemischen Mechanismen, die zur Immunität, Anpassung, wie zur chronischen Vergiftung führen, zwar ausserordentlich verschiedene sind, aber ob sie Immunität oder Überempfindlichkeit bewirken, das ist anfangs oft eher abhängig von quantitativen Verhältnissen, als im Wesen verschieden.

Die akuten und die chronischen Wirkungen ein und derselben Substanz machen ganz verschiedene Symptome, ganz verschiedene Krankheitsbilder. Bei den akuten Vergiftungsfolgen, die sich im Verlauf von Stunden zeigen, treten die Erscheinungen von Seiten des Nervensystems oder des Herzens oder des Darmes in den Vordergrund.

Bei den chronischen Vergiftungen finden wir meist durchaus differente Symptome von den akuten Vergiftungen. Je nach der Widerstandskraft der einzelnen Organe treten bei den chronischen Vergiftungen ganz verschiedene Symptome zutage.

Die Verteilung der giftigen Substanzen im Organismus bedingt natürlich den Charakter der Schädigung des betreffenden Giftes. Diese physikalische Eigentümlichkeit der giftigen Stoffe hängt eng zusammen mit den Eigenarten der Löslichkeit, den Verteilungskoeffizienten, der Absorptionsfähigkeit und Herabsetzung der Oberflächenspannung. Die physikalischen Rätsel, die die chronischen Vergiftungen aufgeben, waren Gründe, die mich die letzten Jahre veranlassten, das Membran- und Diffusionsproblem gerade auch nach dieser Richtung hin zu vertiefen. (Vergl. diese Zeitschrift, 1906, 1907, 1908, 1911.)

Diskussion.

Prof. Silberschmidt macht auf die Unterschiede in der Reaktion des Organismus gegenüber verschiedenen Stoffen aufmerksam. Das Ausbleiben der Immunität gegenüber Giften und Substanzen von einfacher Zusammensetzung ist eine auffallende Tatsache; sie beruht darauf, dass der Organismus nur nach Injektion gewisser, meist eiweissartiger Substanzen sogenannte Antikörper bildet. Diese Antikörperbildung tritt auch nach Injektion tierischer oder pflanzlicher Zellen auf.

Die Phagozytose, deren Bedeutung wohl allgemein anerkannt wird, äussert sich nicht immer in ähnlicher Weise. Bei lokaler Injektion mit Strepto- oder mit Staphylococcen, den gewöhnlichen Eitererregern, erkennt man die Phagozytose an der Eiterung; handelt es sich aber um sehr virulente (giftige) Streptococcen, so bleibt die lokale Reaktion, in Form der Ansammlung von weissen Blutkörperchen, teilweise oder vollständig aus, die Mikroorganismen werden in ihrer Entwicklung nicht gehemmt, und es kommt zur gefürchteten Blutvergiftung. Die Rolle der Phagozytose beim Tetanus (Wundstarrkrampf) ist auch lehrreich: Die Fremdkörper (Erde, Kot etc.) und die Bakterien, welche mit den Tetanusbazillen in die Wunde gelangen, erschweren oder verhindern die Phagozytose der Bazillen des Wundstarrkrampfs; letztere werden in ihrer Entwicklung nicht gehemmt und verursachen den Ausbruch der Krankheit. Werden aber nur Tetanussporen in die Wunde gebracht, dann werden sie von den Phagozyten aufgenommen, und der Tetanus tritt nicht auf.

Die Mischinfektion spielt bei vielen Krankheiten eine grosse Rolle.

In den letzten Jahren ist die verschiedenartige Wirkung eines und desselben Krankheitserregers auf mehrere Individuen eingehender studiert worden. Ähnlich wie bei den Vergiftungen ist der Unterschied in der Erkrankung bei Kindern und Erwachsenen aufgefallen. Die Kinder zeigen oft weniger schwere Krankheitserscheinungen, so z. B. beim Sumpffieber; der Verlauf des Abdominaltyphus ist meist leichter im Kindesalter, manchmal so leicht, dass die Krankheit nur auf Grund der bakteriologischen Untersuchung mit Sicherheit festgestellt werden kann.

Prof. Haab fragt, wie es sich mit der Giftigkeit des Methylalkohols verhalte.

Prof. Schellenberg: Vom Standpunkt der Pflanzenpathologie sind die Ausführungen des Referenten ebenso wichtig, wie vom Standpunkt der Medizin. Bei höheren Pflanzen fehlt das Zirkulationssystem, das ähnlich wie Blut- und Lymphbahnen rasch die Gifte von einem Körperteil nach dem andern bringt. Die Giftwirkungen bleiben bei ihnen deshalb lokal beschränkt. Die Anpassungserscheinungen an Gifte können viel besser bei niedrigen Organismen studiert werden, wo die Nährlösung den ganzen Körper umspült, wie z. B. bei Algen und Pilzen. Dort hat man denn auch eine weitgehende Angewöhnung an Gifte in Kulturen feststellen können, so beispielsweise die Anpassung von Heferassen

an höhere Alkoholmengen, die Gewöhnung von *Penicillium glaucum* und *Dematium pullulans* an giftige Metallsalzlösungen, die Angewöhnung vieler Pilze an hohe osmotische Drucke.

Die Immunität der höheren Pflanzen hat unzählige Ursachen. Während man früher in den äusseren Verhältnissen des Klimas wie Feuchtigkeitsansammlungen, Frostwirkungen, einseitige Ernährung etc. die Hauptursachen der Immunität erblickte, sind in neuerer Zeit mannigfache anatomische Verhältnisse festgestellt worden, wie Lage und Beschaffenheit der Spaltöffnungen, Dicke der Oberhaut etc., die der Erscheinung der Immunität zugrunde liegen. Die teilweise Immunität amerikanischer Reben gegen den falschen Mehltau z. B. beruht auf dichterem Blattbau. Die Beziehungen zu den Wachstumserscheinungen bedingen oft auffällig die Immunität, wie z. B. bei der Infektion der Weisstanne durch den Hexenbesenpilz oder die Infektion der Fichte durch den Urheber der Gipfeldürre.

In dieser Beziehung zeigen Parasiten und Nährpflanzen mannigfache Beziehungen, was zur Folge hat, dass im Laufe der Entwicklung scheinbare gegenseitige Anpassungen zustande kommen. Neu eingeführte Pilze greifen darum alte Kulturpflanzen stärker an als solche, wo Pilz und Nährpflanze im gleichen Gebiete zu Hause sind. Darauf beruht das intensivere Auftreten der amerikanischen Rebenschädlinge auf *Vitis vinifera*, als auf den meisten amerikanischen Reben. Ebenso sehen wir, dass europäische Schädlinge amerikanische Kulturpflanzen stärker schädigen als die europäische Wirtpflanze; so tritt *Cronartium ribicola* viel stärker auf der amerikanischen Weymouthkiefer auf als auf der Arve, auf welcher der Pilz ursprünglich zu Hause ist.

Die Giftwirkung der Pilze hat zur Folge, dass vielfach die befallenen Organe einfach abgeworfen werden; so wird bei der Schrotschussfleckenkrankheit des Kirschbaumes der erkrankte Blatteil durch Korkmembranen abgegrenzt und abgeworfen. In andern Fällen werden die beschädigten Blätter ganz abgeworfen, so beim falschen Mehltau, dem Rotbrenner der Weinrebe, bei Rauch und Frostschäden etc.

Die Infektion der Pflanzen wird durch eine vorausgegangene Schwächung derselben erleichtert. Wenn z. B. Infektionen an gesunden Pflanzen nicht gelingen, so genügt ein- oder zweimaliges Versetzen in vielen Fällen, um mit dem Infektionsversuch einen Erfolg zu erzielen.

Dies sind nur wenige Beispiele, um die Mannigfaltigkeit der Ursachen der Immunität zu zeigen, und ich danke dem Referenten, dass er uns den Weg für weitere Untersuchungen in dieser Richtung gewiesen hat.

Prof. Cloëtta macht darauf aufmerksam, dass die auffallende Verschiedenheit der Giftwirkung des Methylalkohols bei verschiedenen Personen darauf beruht, dass manche Individuen eine förmliche Idiosynkrasie für die Methylgruppe besitzen. Ferner weist er auch auf die grosse Mannigfaltigkeit in der Reaktion auf Gifte hin: Während z. B. gegen Arsenik der Hund sich einfach dadurch schützt, dass nach einiger Zeit die Darmwandung das Arsenik nicht mehr aufnimmt, wirkt Antimon gerade umgekehrt: es wird immer mehr aufgenommen. Gegen Koffein schützen sich Kaninchen dadurch, dass sie im Gehirn ein förmliches Koffeindepot anlegen. Der Sprechende ist der Meinung, dass wir noch viel mehr Beobachtungen sammeln müssen, und dass das Membran- und Diffusionsproblem nur eine Seite der ungeheuer komplizierten Materie darstellt.

Dr. Theo. Frick: Das vielseitige Thema der Immunität gegen Gifte und Bakterien veranlasst mich, von der Karies der Zähne zu sprechen. Diese

verbreitetste aller Kulturkrankheiten charakterisiert sich dadurch, dass bei ihrem Auftreten die Bakterien nicht, wie bei den übrigen Infektionskrankheiten, in die Blutbahn eindringen, sondern nur in die Mundhöhle gelangen und von hier aus die Zähne von aussen angreifen. Dies geschieht zunächst dadurch, dass bei den durch die Bakterien verursachten Gärungsvorgängen Säuren entstehen, welche, in statu nascendi sehr aktiv wirkend, die anorganischen Bestandteile an gewissen Stellen der Zähne herauslösen und hiedurch das Auftreten der Karies ermöglichen. Wir beobachten nun, dass in einem und demselben Munde nicht alle Zähne gleichmässig der Karies anheimfallen, sondern dass bestimmte Gruppen von Zähnen davon verschont bleiben; insbesondere werden die sechs Vorderzähne des Unterkiefers relativ selten, deren innere, den Sublingualspeicheldrüsen gegenüberliegende Flächen niemals von Karies befallen Diese Zähne oder Teile von Zähnen sind also gegen Karies immun. Wenn wir uns nun fragen, wie diese Immunität zustande kommt, so zwingen uns gewisse Beobachtungen, das immunisierende Moment im Mundspeichel zu suchen. In der Tat hindert der Speichel die Wirkung der Bakterien auf mehrfache Weise, zunächt rein mechanisch, indem er sie und ihre Nahrung (Speisepartikel) wegspült, sodann chemisch, indem er durch seinen Alkaligehalt die Gärungssäuren neutralisiert. Es ist aber anzunehmen, dass der Speichel beim vollkommen gesunden Menschen ausserdem noch ein Spezifikum enthält, welches wir als das eigentliche Schutzmittel gegen Karies, gewissermassen als das natürliche Desinfiziens, zu betrachten haben. Dafür spricht unter anderm die Tatsache, dass ganze Völker, sowie auch Einzelindividuen, welche mitten unter Karieskranken leben, von der Krankheit völlig frei bleiben. Untersuchen wir wohlerhaltene Schädel unserer Vorfahren und Gebisse von Naturvölkern der Gegenwart, so bekommen wir die Überzeugung, dass der Mensch ursprünglich allgemein gegen die Karies immun war und diese Immunität erst durch die Kultur und die damit einhergehende irrationelle Lebensweise verloren hat. Wenn aber nach den Prof. Zanggerschen Ausführungen der menschliche Organismus die Fähigkeit besitzt, Immunität gegen gewisse Gifte und Bakterien heranzuzüchten und zu entwickeln, so sollte man es um so eher für möglich halten, eine Immunität, die bei Naturvölkern tatsächlich bestanden hat und zum Teil noch besteht, auch für den Kulturmenschen wieder zu erlangen. Verschiedene neuere Forschungen und Beobachtungen lassen denn auch den fast sichern Schluss zu, dass dieses Ziel für die Zahnkaries durch Rückkehr zu einer naturgemässeren Ernährungsweise erreichbar ist. Zu erforschen, in wie weitgehendem Masse dies auch für andere Krankheiten zutrifft, dürfte eine der lohnendsten Aufgaben der Zukunft sein.

Prof. Zangger: Auf die Anfrage von Prof. Haab und die Erörterung von Prof. Cloetta erwähne ich noch, dass das Brommethyl oft viel ausgesprochenere Dauersymptome erzeugt, als das Bromaethyl. Ferner, dass die Empfindlichkeit gegenüber Methylalkohol nach eigenen Beobachtungen in weit grösseren Grenzen schwankt, hauptsächlich in bezug auf die Nachwirkungen, als beim gewöhnlichen Alkohol.

Ich habe nie angenommen, dass wir durch die physikalisch-chemischen Untersuchungen, soweit wir sie heute treiben können, die komplizierten Vorgänge der Immunität und chronischen Vergiftungen voll erklären können, aber sicher sind die physikalisch-chemischen Eigentümlichkeiten die wesentlichen Voraussetzungen der Verteilung der Gifte, und Veränderungen der physikalisch-chemischen Verhältnisse in den Lebewesen sind ein wesentlicher Teil des Effektes.

Da ich einsah, dass die Physik und die physikalische Chemie zusammen mit den Kenntnissen über die Kolloide uns erlauben würden, einen Anteil an diesen komplizierten Reaktionsfolgen der Immunisierung und der chronischen Vergiftungen mit quantitativen Methoden zu verfolgen, habe ich diesen Problemen seit Jahren eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Protokoll der Sitzung vom 18. März 1912,

im Auditorium des Herrn Prof. Dr. H. F. Weber, eidg. Physikgebäude.

Vorsitzender: Prof. Dr. C. Schröter (für die Diskussion: Herr E. Huber-Stockar).

Traktanden:

1. Der Vorsitzende heisst besonders die zahlreich anwesenden Gäste willkommen, und spricht dem hohen Schulrat, sowie Herrn Prof. Weber den Dank der Gesellschaft aus für die freundliche Überlassung des Auditoriums; leider ist letzterer durch Unwohlsein am Erscheinen verhindert.

2. Das gedruckt vorliegende Protokoll wird genehmigt.

3. Über die Grönlandexpedition berichtet der Vorsitzende, dass die erforderliche Summe von 30000 Fr. durch freiwillige Spenden bis auf einige hundert Franken zusammengebracht sei [1]), woran Zürich, inklusive die Gabe der Neuen Zürcher Zeitung, ungefähr die Hälfte geleistet hat. Er dankt im Namen des Expeditionsleiters Dr. de Quervain, von welchem ein Schreiben vorliegt, allen Gebern auf das Wärmste und ruft den mutigen Forschern im Namen der Gesellschaft ein herzliches Lebewohl und warmes „Glückauf" zu!

Zur Orientierung der vielen Interessenten diene folgende Übersicht über die Möglichkeit von Mitteilungen nach und von Grönland:

Verkehr mit der Schweiz. Grönlandexpedition 1912/13.

Sendungsadresse:

An . . . . ., Schweiz. Grönlandexpedition.
pr. Adr. Administration der Kolonien in Grönland,
Kopenhagen, Radshus plads 77.

Abgang der Schiffe in Kopenhagen:

1912:

1. Am 2. April.
2. „ 7. Mai (Erreichung der Expedition fraglich)
3. „ 24. „ (für Gruppe Westküste/Mercanton, Stolberg, Jost/, sicher; Durchquerungsgruppe (Quervain, Hoessli, Fick, Gaule) fraglich.
4. „ 20. Juli (Gruppe Westküste).
5. „ 17. August (Durchquerungsgruppe Angmagsalik und Mercanton, S. und J. wahrscheinlich nur Briefe).

1913:

Anfang April (Überwinterungs-Westgruppe — Stolberg und Jost).

NB. Packete 8 Tage, Briefe 3 Tage vor Schiffsabgang absenden.

[1]) Dieses Manko wurde noch in letzter Stunde aus dem Schosse unserer Gesellschaft gedeckt.

Aus Grönland (Westküste) können Nachrichten

1. zweite Hälfte Mai, 2. Mitte Juli,
3. erste Hälfte September und 4. erste Hälfte Oktober

erwartet werden. Bei den drei ersten Terminen erreichen auch noch umgehende Antworten auf die Briefe aus Grönland und Express-Sendungen unabhängig vom Datum jedenfalls das in Kopenhagen abgehende Schiff.

A. de Quervain.

4. Als Delegierter der Gesellschaft an den Kongress für Anthropologie und Prähistorik (Sept. 1912 in Genf) wird gewählt: Herr Prof. Dr. Schlaginhauffen.

5. Die in der Sitzung vom 26. Februar verkündeten sämtlichen 8 Kandidaten werden einstimmig als Mitglieder aufgenommen.

6. Es hat sich neu angemeldet:

Herr Hofer, Lithograph, Chef der Firma Hofer & Co., Zürich, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Heim.

7. Herr Ingenieur Karl Paul Täuber hält einen durch eine vollständige speziell zu diesem Zwecke erstellte Installation erläuterten Vortrag

Über „Moore-Licht".

Nach einleitenden Bemerkungen über die Lichterzeugung überhaupt und über die Lichterscheinungen in Geissler'schen und andern mit verdünnten Gasen gefüllten Röhren im besondern und nach einigen Verweisen auf bezügliche Untersuchungen, die in den Laboratorien der Universität und der technischen Hochschule Zürich gemacht worden waren, führt der Vortragende aus:

An Versuchen, das von Geissler'schen Röhren erzeugte Licht auszunützen, hat es nicht gefehlt. Ein allgemein bekannt gewordenes Resultat hat aber erst Mc. Farlan Moore, ein Amerikaner, erreicht, der im April 1896 dem American Institute of Electrical Engeneers[1]) die Ergebnisse seiner neuesten Untersuchungen vorführte. Es waren dies Geissler'sche- oder Vacuum-Röhren von ca. 2 m Länge und 5 cm Durchmesser. Im Vortragssaale hatte er 22 solcher Röhren aufgehängt. Jene Röhren unterschieden sich von gewöhnlichen Geissler'schen Röhren höchstens durch ihre Länge. Sie wurden mit Gleichstrom von ca. 560 Volt Spannung betrieben. Charakteristisch für sie war lediglich der Vacuum-Unterbrecher U (Fig. 1) und vielleicht noch die Anordnung der Stromzuführung durch äussere Belegungen anstatt durch eingeschmolzene Drähte. Der Vacuum-Unterbrecher bot gegenüber anderen Unterbrechern den Vorteil einer rascheren und vollkommeneren Unterbrechung. In der Folge hat aber Moore dieses System, das er in mannigfachen Lampenformen und Schaltungen zwischen Unterbrecher-Röhre und Elektrizitätsquelle anwendete, vollkommen verlassen und hat nach zwei Richtungen hin tatsächlich Neues geschaffen.

Die eine Richtung seiner Arbeiten war durch die Verwendung von maschinellen Einrichtungen für die Stromerzeugung bestimmt. Die Vacuum-Unterbrecher waren wohl für Laboratoriumsversuche haltbar, im praktischen Gebrauche versagten sie jedoch. Die andere Richtung, in der er arbeitete, war durch die Forderung der dauernden Inbetriebhaltung einer Röhrenlampe, d. h. die Aufrechterhaltung eines konstanten Vacuums in der Röhre, gegeben

[1]) Elektrotechn. Zeitschrift, Berlin, 1896, S. 637.

Bei der Ausbildung der maschinellen Stromerzeugung ist die Entwicklung vom komplizierten zum einfachen nicht zu verkennen. Moore konstruierte eine Maschine für die, wie er meinte, nötige hohe Periodenzahl und spezielle Form der den zeitlichen Verlauf der E. M. K. darstellenden Kurve. Eine solche kam bei einer in New York als Beleuchtung eines Kontorraumes installierten

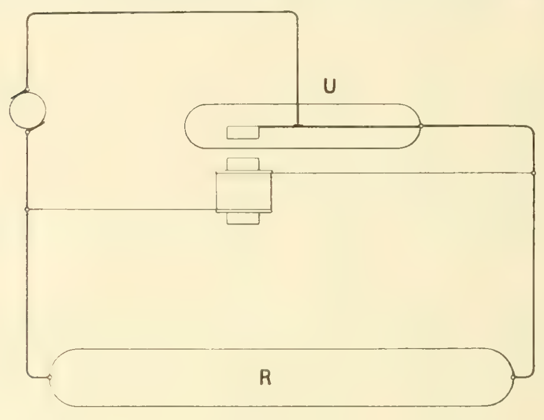


Fig. 1.

Röhrenlampe von 17,5 m Länge zur Verwendung[1]. Moore erkannte aber bald, dass gewöhnlicher Wechselstrom aus einem Beleuchtungsnetze ebenfalls verwendbar sei, und Professor Wedding hat an Hand von Oszillogrammen nachgewiesen[2], dass die Gassäule in der Röhre sich selbst die günstigste Form der elektromotorischen Kraft erzeugt, die Moore mit einer Spezialmaschine erzeugen wollte.

Die Möglichkeit der dauernden Inbetriebhaltung einer Vacuumröhre ist dagegen Moore aufs erste Mal in eleganter Weise gelungen durch die Konstruktion eines ebenso einfachen wie sicher funktionierenden Ventiles, welches den Zweck hat, das Vacuum in der Röhre annähernd konstant zu halten.

Bei Röntgenröhren ist das sog. Hartwerden, d. h. die Verminderung des Gasdruckes bei länger andauerndem Gebrauche, bekannt. Zur Beseitigung dieses Übelstandes sind Regeneriervorrichtungen angebracht worden, die das Hartwerden wenigstens verzögern.

Das Hartwerden würde natürlich auch bei Moore-Röhren auftreten, wenn es nicht durch das Ventil verhindert würde. Das Ventil muss in Abhängigkeit vom Gasdruck funktionieren. Die hier in Frage kommende Gasdruckdifferenz würde wegen ihrer Kleinheit zum mindesten einen komplizierten Mechanismus erfordern, wenn sie direkt die Regulierung betätigen müsste; statt dessen hat Moore die Abhängigkeit des Widerstandes der Gassäule in der Vacuumröhre von ihrem Drucke für die Betätigung der Regulierung ausgenützt.

[1]) Elektrotechn. Zeitschrift, Berlin, 1903, S. 187.
[2]) Elektrotechn. Zeitschrift, Berlin, 1910, S. 501 u. folg.

Die Abhängigkeit der beiden Grössen stellt Moore durch die Kurve Fig. 2 dar. Man erkennt daraus, dass in den Reguliergrenzen der elektrische Widerstand umgekehrt proportional dem Gasdrucke ist. Für die verschiedenen Rohrlängen ist die Stromstärke nicht konstant, sondern sie wächst um ein geringes mit der Rohrlänge.

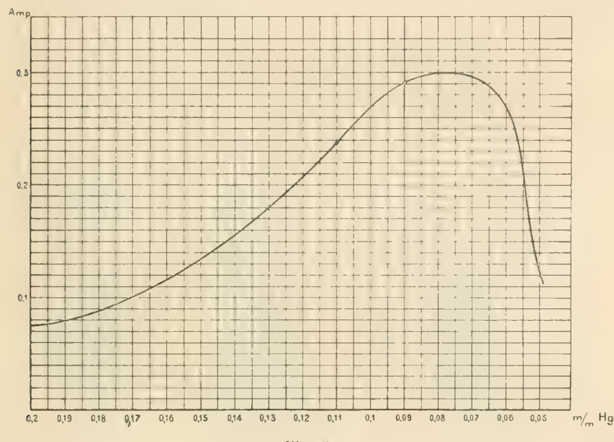


Fig. 2.

Moore hat folgende Konstruktion des Ventils angegeben:

Ein auf der einen Seite verengtes Glasrohr *G* (Fig. 3) enthält auf dem engern Teile aufgekittet einen Kohlenkegel *K* aus möglichst dichter Graphitkohle. Derselbe ist bis zu einer Entfernung von einigen Millimetern von der Spitze von Quecksilber umgeben. Im Innern des Glasrohres ist ein zweites Glasrohr *g* frei beweglich, das am einen Ende ein Eisendrahtbündel *E* eingeschmolzen enthält. Die Längsachse des Rohres muss vertikal und so gestellt sein, dass das Quecksilber den Kohlenkegel umgibt. Taucht nun das mit dem Eisendrahtbündel versehene Glasrohr, Taucher genannt, in das Quecksilber ein, so steigt dessen Spiegel, deckt die Kohlenspitze vollkommen zu und schliesst damit den Rohrteil *A* gegen den Rohrteil *B* gasdicht ab. Ein Heben des Tauchers *g* gibt die Kohlenspitze frei, so dass durch die Porösität derselben bei entsprechender Druckdifferenz Gas von *A* nach *B* gelangen kann.

Das Heben und Senken des Tauchers wird durch die Änderung der Stärke des Magnetismus, erzeugt durch das auf das Glasrohr gesteckte Solenoid, bewirkt.

Das Solenoid wird von dem Strom durchflossen, der zum Speisen der Röhrenlampe dient. Der Rohrteil *B* des Ventils wird an das Vacuumrohr angeschweisst, in das beim Funktionieren des Ventils gewöhnlich Luft einströmen würde, wenn der Rohrteil *A* offen bliebe.

Moore hat nun gefunden, dass gewöhnliche Luft sich zur Speisung der Röhren nicht eignet, dass vielmehr mit Stickstoff ein besonders günstiger Lichteffekt und ein hoher Wirkungsgrad erzielt wird. Aber auch Kohlensäure fand

er zu dem Zwecke geeignet, besonders wenn ein rein weisses Licht hervorgebracht werden sollte.

Zur Erzeugung dieser Gase hat Moore ebenfalls sehr einfache Konstruktionen angegeben.

Den Stickstoff gewinnt er aus der gewöhnlichen Luft, indem er diese über Phosphorstückchen streichen lässt, die in ein Glasrohr *R* (Fig. 4) eingeschlossen

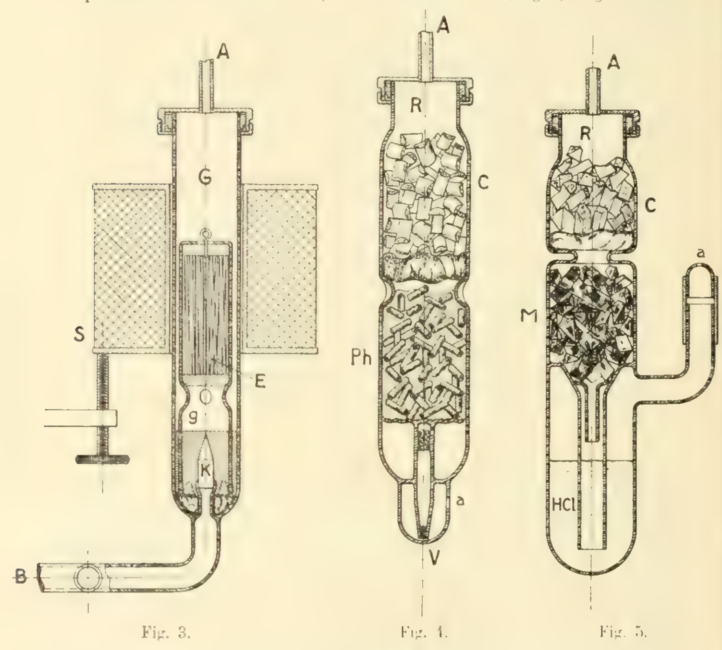


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

sind. Die grosse Affinität des Phosphors zu allen Gasen, besonders aber zu Sauerstoff und mit Ausnahme des Stickstoffes, sondert diesen letzteren aus der Luft ab, worauf er bei *A* (Fig. 4) ausströmen kann. Den Zutritt der atmosphärischen Luft zum Phosphor reguliert das Quecksilberventil *V*, das bei *a* Luft einströmen lässt, wenn am Rohrende *A* eine Druckverminderung auftritt.

Die Kohlensäure CO_2 lässt Moore aus Marmor, der mit Salzsäure in Berührung kommt, nach der bekannten Formel

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

entstehen. Zu dem Zwecke wird der mittlere Teil des Glasrohres *R* (Fig. 5) mit Marmorstückchen gefüllt, der untere Teil enthält Salzsäure, die wiederum durch eine Druckverminderung am Rohrende *A* zu den Marmorstückchen hinauf steigt.

Beide Gasgeneratoren enthalten in ihrem oberen Teile, der an das Ventil angeschlossen wird, einen mit Chlorcalcium gefüllten Behälter *C* zur Trocknung des Gases.

Ausser diesen eine Moore-Röhrenlampe charakterisierenden Teilen ist an ihr noch bemerkenswert die Stromzuführung. Sie besteht aus Kohlenzylindern, die in die erweiterten Röhrenenden eingesetzt sind und ihre leitende Verbindung durch eine Anzahl in die Glaswandung eingeschmolzener Platindrahte erhalten. Bemerkenswert ist ferner der sog. Sandwiderstand, der es ermöglicht, die Speisung der beiden unter entgegengesetzter Polarität stehenden Rohrenenden von einem einzigen Gasgenerator aus mit einem einzigen Ventil vorzunehmen. Der Sandwiderstand ist ein mit Quarzsand gefülltes Glasrohr. Der Sand lässt das Gas durchströmen, verhindert aber, dass es leitend wird.

Die eigentliche Röhrenlampe besteht aus einem in beliebiger Form gebogenen Glasrohr aus gewöhnlichem Glas von ca. 40 mm Lichtweite. Die Länge der Röhre wird je nach der Grösse des zu beleuchtenden Raumes und der gewünschten Lichtstärke gewählt.

Die zum Betriebe der Röhrenlampen angewendeten Spannungen können aus folgenden Beispielen entnommen werden:

10 m	Rohrlänge	erfordern	ca.	7000 Volt
15 „	„	„	„	8500 „
25 „	„	„	„	11500 „
35 „	„	„	„	15000 „

Trotzdem diese Spannungen hoch sind, so bieten dieselben dennoch keinerlei Schwierigkeiten oder Unbequemlichkeiten im Betriebe, da in einer fertigen Anlage die unter hoher Spannung stehenden Teile unzugänglich sind. Dort, wo die Röhrenlampe den Apparatkasten verlässt, kann sie gefahrlos berührt werden.

Zur Erzeugung der hohen Spannung dient ein Transformator. Der Strom für den Betrieb einer Moore-Röhrenlampe kann also ein beliebig niedrig gespannter Wechselstrom sein. Gewöhnlich wird der Transformator zusammen mit den Elektroden, dem Regulierventil und dem Gasgenerator in einem Kasten untergebracht. Einen Kasten, der für Demonstrationszwecke hergestellt wurde, zeigt Fig. 6. Er trägt die Messinstrumente zur Kontrolle der von der Röhrenlampe beanspruchten elektrischen Energie.

Zum Betriebe der Moore-Röhrenlampe kann Ein- und Mehrphasen-Wechselstrom verwendet werden. Die folgenden schematischen Darstellungen geben über die Schaltungsweise bei den verschiedenen Stromarten Aufschluss.

Fig. 7 stellt das Schema einer Einphasen-Röhrenlampe dar. Die Lampe besteht hier aus einer einzigen Röhre. Übersteigt die Rohrlange einen gewissen Betrag, beispielsweise 40 m, so empfiehlt es sich, an jenen Pol des Transformators eine Röhre anzuschliessen und die einen Röhrenenden, wie in Fig. 8 angegeben, zu erden; in diesem Falle ist es dann auch zweckmässig, die Mitte des Transformators zu erden. Die zwei Röhren der beiden Pole können an beiden Enden Speise-Vorrichtungen erhalten.

In Fig. 9 ist schematisch eine Zweiphasen-Anlage, in Fig. 10 eine Dreiphasen-Anlage mit drei Elektroden und in Fig. 11 eine Dreiphasen-Anlage mit sechs Elektroden dargestellt.

In allen diesen Schemata bezeichnet *T* den Transformator, *D* die Drosselspule, die, ähnlich wie bei Bogenlampen der Vorschaltwiderstand, als

Beruhigungswiderstand, d. h. als Mittel dazu dient, eine zeitliche Verschiebung zwischen Strom und Spannung hervorzubringen und damit ein Abreissen des Bogens zu verhindern. L_1, L_2, L_3 stellen die Röhrenlampen mit den Elektroden E_1, E_2, E_3 dar. G bedeutet einen Gasgenerator und V ein Ventil mit



Fig. 6.

Regulierspule S, welch' letztere stets in den Stromkreis mit der niedrigen Spannung geschaltet ist.

Über die elektrischen sowohl als über die optischen Eigenschaften hat Moore und später Professor Wedding eine Reihe von Versuchen angestellt.

Aus Professor Weddings Versuchen[1], als den neueren, seien folgende Resultate hervorgehoben:

Die Lichtstrahlung einer Moore-Röhre mit Gelbrosalicht beträgt per cm^2 0,21 HK, diejenige eines Röhrenstückes von 1 cm Länge 0,571 HK. Die geringe Lichtstrahlung der Moore-Röhre ist eine äusserst wichtige Eigenschaft, denn sie ermöglicht die Verwendung der Röhrenlampe ohne irgend welche Abblendung, die aus physiologischen Gründen nötig ist, wenn die Lichtquelle, der

[1]) Elektrotechn. Zeitschrift, Berlin, 1910, S. 501 u. f.

das Auge ausgesetzt ist, eine Lichtstrahlung von mehr als 0,75 HK[1]) per cm² hat.

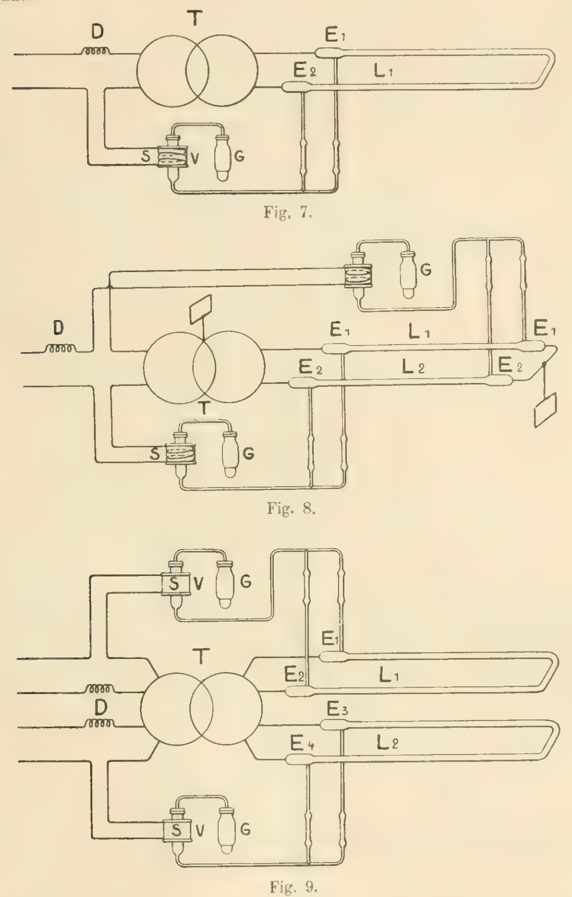


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Wedding fand ferner, dass eine Absorption des Lichtes einer Röhre von einer zweiten davor befindlichen nicht stattfindet, dass also die Durchstrahlung vollkommen ist.

---

[1]) Uppenborn-Monasch., Lehrb. d. Photometrie, S. 43.

Vergleichende Messungen mit Glühlampen, die ähnlich verteilt waren, wie die einzelnen Teile einer Röhrenlampe, ergaben, dass bei Moore-Licht die

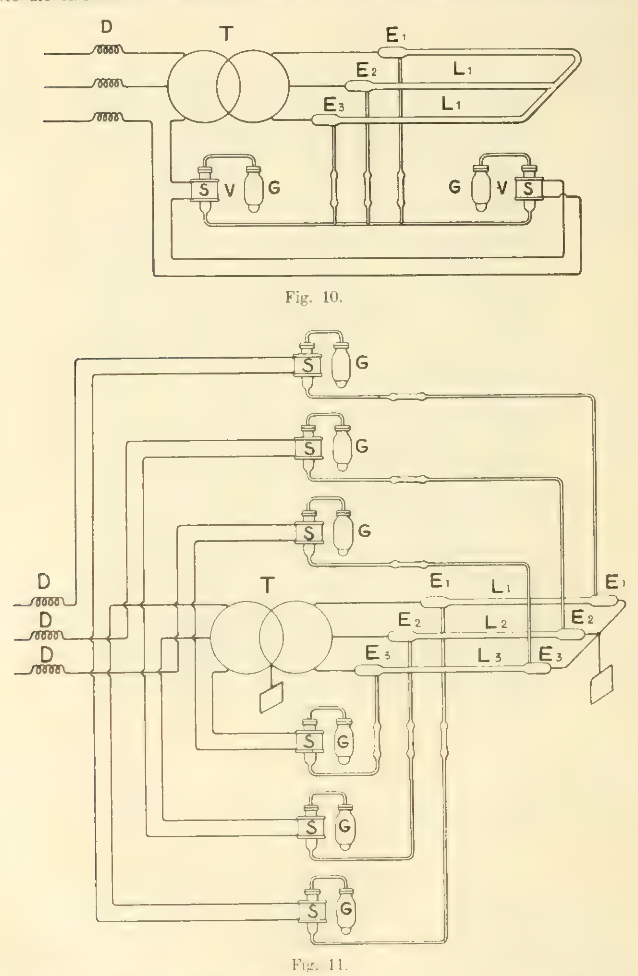


Fig. 10.

Fig. 11.

Helligkeit schwankt zwischen 32.4 und 46 HK, bei Glühlicht zwischen 29.4 und 48 HK. Trotz der Absicht, mit den Glühlampen eine möglichst gleichmässige

Beleuchtung zu erzielen, konnte dies nicht in gleicher Weise erreicht werden, wie mit der Moore-Röhre. Doch nicht nur diese Gleichmässigkeit ist ein Vorzug des Moore-Lichtes, auch die Lichtausstrahlung rings um die Röhre herum bewirkt eine Lichtverteilung, die der besten indirekten Beleuchtung überlegen ist.

Als spezifischen Verbrauch stellte Wedding pro HK 1,5 Watt fest. Wenn dieser Wattverbrauch etwas grösser als derjenige neuer Metallfadenlampen ist, so darf doch ohne Übertreibung behauptet werden, dass der spezifische Wattverbrauch in Wirklichkeit geringer ist als derjenige von Metallfadenlampen, da bei Moore-Licht wirklich die ganze erzeugte Lichtmenge aus den vorhin angeführten Gründen zur Verwendung kommt und durch Schirme und Mattgläser kein Licht absorbiert wird und verloren geht. Im weiteren ist hervorzuheben, dass die Lichtstärke der Moore-Röhren unbegrenzt lang gleich bleibt und nicht abnimmt, wie dies bei den Glühlampen der Fall ist, weil nicht wie bei diesen ein Glühkörper der allmählichen oder plötzlichen Zerstörung ausgesetzt ist, und weil kein Niederschlag auf der Innenwandung der Röhre stattfindet. Nur die Füllung des Gasgenerators ist nach 1—2 Jahren zu ersetzen; sie verursacht Kosten am Betrage von ca. Fr. 5.—.

Wie bereits bemerkt, beziehen sich die Zahlenwerte des Wattverbrauchs und die Lichtausstrahlung auf eine Rosagelblicht-Anlage; für weisses Licht ändern sich diese Zahlenwerte im Sinne einer etwelchen Vermehrung des Wattverbrauches.

Über die ungefähren Anlagekosten von Moore-Licht-Röhrenlampen geben folgende Zahlen Anhalt:

Weisslicht		Gelbrosalicht	
20 m Rohrlänge	Fr. 3.10 per HK	25 m Rohrlänge	Fr. 1.40 per HK
30 „ „	„ 2.50 „ „	50 „ „	„ 1.10 „ „
90 „ „	„ 1.30 „ „	150 „ „	„ –.60 „ „

Als Vorteile der Moore-Röhrenlampen dürfen neben dem geringen Wattverbrauch pro HK bei rosagelblichem Licht, der demjenigen von Metallfadenlampen ungefähr gleichkommt und ihn bei weissem Licht nur um weniges übersteigt, angesprochen werden:

1. Die vorzügliche Lichtverteilung, die mit keinem andern Beleuchtungssystem erreicht wird; das Moore-Licht gibt eine schattenlose, indirekte Beleuchtung.

2. Die geringen Unterhaltungskosten, die sich auf den angegebenen, billigen Ersatz des Gasgenerators in langen Zeitintervallen beschränken.

3. Die geringe Empfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen, da die leuchtende Gassäule eine relativ grosse Trägheit besitzt und die Lichtstärkeschwankung eine nahezu lineare Funktion der Stromspannung, also nicht wie bei den Glühlampen eine Funktion von höherem Grad ist.

4. Die geringe Feuergefährlichkeit, die an der Röhrenlampe selbst überhaupt nicht besteht, da in ihr feste Bestandteile im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht zum Glühen kommen.

5. Bei weissem Licht die Möglichkeit der Farbenunterscheidung wie bei Tageslicht, da es das gleiche Spektrum wie dieses hat; dieser Vorzug kommt keiner anderen künstlichen Beleuchtung zu.

Das Anwendungsgebiet des Moore-Lichtes wird zunächst nicht die kleine Wohnung sein; es wird in Gesellschafts-, Versammlungs-, Zeichnungssälen und Auditorien, in Verkaufs- und Arbeitsräumen jeglicher Art Verwendung finden.

Unentbehrlich wird das weisse Moore-Licht sein dort, wo Farbenunterscheidung bei künstlicher Beleuchtung gefordert wird, also in Färbereien, Verkaufsmagazinen, Operationssälen, Gemäldegalerien, Theatern usw.

Dem Vacuumröhrenlicht, wie es Moore in die Praxis eingeführt hat, steht also ein grosses Anwendungsgebiet offen. Es bedeutet einen technischen Fortschritt in einer Richtung, welche durch die wissenschaftliche Physik als für den Fortschritt gangbar aufgezeigt worden war und einen Fortschritt auf dem Gebiet der praktischen Lichterzeugung, dem grosse Beachtung geschenkt werden darf.

Vom Vorsitzenden ersucht, erläutert der Vortragende anschliessend, dass das von der Drosselspuhle der Demonstrationsanlage, welche er im Auditorium errichtet hatte, erzeugte Geräusch in Anlagen für den wirklichen Gebrauch durch einfache Anordnungen vermieden werde; desgleichen trete auch das Flimmern des Lichtes nicht auf, wenn man im Gegensatz zu einer rasch erstellten Demonstrationsanlage Gelegenheit habe, den Gasdruck in den Röhren richtig einzustellen; das Licht zeige alsdann eine bemerkenswerte Ruhe und Gleichmässigkeit.

Diskussion.

Der Vorsitzende eröffnet darauf die Diskussion, indem er auf die sehr zahlreichen und zum Teil ganz verschiedenen Richtungen hinweist, in denen das Moore-Licht wissenschaftlich und praktisch bedeutsam ist. In der Diskussion werden von den verschiedenen sich zum Worte meldenden Anwesenden der Reihe nach berührt: die physikalische, die physiologische, die hygienische, die industrielle, die architektonische und die beleuchtungstechnische Seite des Moore-Lichtes.

Prof. A. Kleiner: Ich bin mit starken Zweifeln betreffend die praktische Verwendbarkeit des Gasglühlichtes hergekommen und bin der Meinung, dass es Sache der Techniker sein wird, ein massgebliches Urteil über das vorgeführte Licht abzugeben, glaube aber doch, nun bemerken zu dürfen, dass diese Demonstration des Moore-Lichtes mir die Überzeugung beigebracht hat, dass wir es hier mit einer lebenskräftigen und bedeutungsvollen Neuerung in der Beleuchtungstechnik zu tun haben, welche ihren Weg machen wird. Es scheinen mir in der ingeniösen Durchführung des Beleuchtungsmechanismus auf neuem Wege Prinzipien zur Durchführung gebracht zu sein, welche vom wissenschaftlichen Standpunkt aus die Grundlage jeder rationellen und ökonomischen Lichterzeugung bilden müssen.

Man wird nämlich, da die Verwendung von Fluoreszenzwirkungen bis jetzt wohl ausser Betracht fallen muss, immer darauf ausgehen müssen, sich Leuchtkörper von möglichst hoher Temperatur zu beschaffen. Als Wegleitung im Bestreben, Strahlungen mit möglichst grossem, „optischem Nutzeffekt" zu erzeugen, können die heute ziemlich gut bekannten Gesetze der Strahlungsintensität schwarzer (d. h. alle Strahlengattungen aussendender) Körper in Abhängigkeit von der Wellenlänge herangezogen werden, wenn auch beim Moore-Licht es sich um Emission von Gasen, nicht von schwarzen Körpern

handelt. Für die Strahlung schwarzer Körper gilt das Wien'sche Verschiebungsgesetz, wonach mit zunehmender Temperatur die Strahlung maximaler Intensität immer mehr gegen die kurzwelligen d. h. sichtbaren Strahlungsbereiche verrückt wird und zwar in der Art, dass das Produkt aus absoluter Temperatur des strahlenden Körpers in die Wellenlänge maximaler Intensität konstant bleibt. Während also für Lichtquellen wie Kerzen, Öllampen die Strahlung maximaler Intensität ins unsichtbare Ultrarot (Wellenlänge 1,4 m etwa) hineinfällt, liegt sie im Sonnenlicht (Sonnentemperatur ca. 6500°) schon im sichtbaren Spektrum. Für Sonnenlicht beträgt denn auch der optische Nutzeffekt um 34%, während für ältere Beleuchtungsarten einige wenige %.

Man muss sich also hohe Temperaturen beschaffen, um intensives und zugleich weisses Licht zu bekommen, und diese erreicht man in der elektrischen Beleuchtung, indem man die Energie elektrischer Strömung in möglichst kleine Substanzmengen (Glühlichtfaden, Elektrodenenden im Bogenlicht) zusammendrängt. In ganz besonders effektvoller Weise wird dieses Zusammendrängen von Energie in geringe Substanzmengen im Moore-Licht dadurch erreicht, dass der Strom durch stark verdünntes Gas hindurchgetrieben wird. Gase haben unter normalen Umständen schon mehr als 1000mal kleinere Dichte als gewöhnliche feste Körper, und bei Verdünnung auf 1/10 mm wird sie noch einmal um das fast 10000fache reduziert, so dass es also bei Verwendung gasförmiger Glühkörper gelingt — und darin besteht die Eigenart und der Vorzug des Gasglühlichtes — elektrische Energie auf kleinste Massendichten wirken und dieselben sehr hohe Temperaturen annehmen zu lassen, ohne dass der Glühkörper, das Gas, auf kleinen Raum zusammengedrängt werden muss.

Schon in den vom Vortragenden erwähnten Staub'schen Versuchen war dasselbe Prinzip verfolgt worden, indem die Entladungsenergie einer Kondensatorentladung hineingesteckt wurde in das winzige Quantum Substanz, welches in einer sehr engen Kapillarröhre enthalten ist, und es ist für den, welcher solche Versuche gesehen hat, kein Grund vorhanden, an der Richtigkeit der Staub'schen Angaben zu zweifeln. Wenn etwa geltend gemacht werden sollte, es sei nicht sicher, dass bei den Blattner'schen und Staub'schen Versuchen alle dunkle Strahlung absorbiert worden, so muss dem entgegengehalten werden, dass eben doch Licht angesehen werden muss als die Strahlung, welche vom Wasser nicht absorbiert wird, weil alle Strahlen, welche auf die Retina wirkend, Lichtempfindung auslösen, durch den humor aqueus und den Glaskörper hindurchgegangen sind; diejenigen aber, welche von diesen Massen absorbiert werden, sind für uns dunkel.

Dr. Denzler weisst darauf hin, dass die im Laboratorium des Herrn Kleiner ausgeführten Untersuchungen Dr. Staubs eigentlich die wissenschaftlichen Grundlagen des Moore-Lichtes bereits betrafen.

Prof. O. Roth: Das Moore-Licht hat in seiner Wirkung grosse Ähnlichkeit mit der indirekten Beleuchtung, wie sie beispielsweise in den meisten Räumen des Hauptgebäudes unserer technischen Hochschule durchgeführt ist. Es hat mit dieser den Vorteil der guten Lichtverteilung im Raume und der Schattenlosigkeit gemein, welche Faktoren besonders für Zeichnungssäle von grosser Bedeutung sind.

Vertikale Flächen wie z. B. Wandtafeln und Bilder an der Wand werden jedoch weniger gut beleuchtet als horizontale.

Vom hygienischen Standpunkt dürfte das weisse Kohlensäurelicht vor dem Stickstofflicht den Vorzug verdienen, da letzteres eine zu starke Prävalenz

der roten Strahlen zeigt, was zu einer einseitigen Ermüdung der rotempfindlichen Netzhautelemente führen könnte.

Der Sprechende, der bis jetzt keine Gelegenheit hatte, das Kohlensäuremoorelicht spektroskopisch zu prüfen, richtet an den Vortragenden die Frage, ob dasselbe nicht eine gewisse Prävalenz der violetten Strahlen zeige. Es scheint ihm dies, wenn auch in geringem Grade, nach seinem rein subjektiven Eindruck nicht ausgeschlossen zu sein.

Aus praktischen Gründen wäre eine Teilung der Röhren in kürzere Strecken einem einzigen, langen Rohre vorzuziehen, da hiedurch ein vollständiges Versagen der Beleuchtung eines Raumes bei allfälliger Beschädigung eines Rohrstückes verhütet werden könnte.

Der Vortragende gibt auf verschiedene Fragen Antwort. Er demonstriert insbesondere auch die Ungefährlichkeit der hohen Spannung, indem er die leuchtende Röhre nahe an deren Austritt aus dem Apparatekasten mit der Hand berührt. Er bemerkt, dass eine spektroskopische Untersuchung des weissen Moore-Lichtes noch nicht vorliege; ein Vorwiegen violetter Strahlen dürfte aber nicht bestehen, weil sich das in Färbereien, die das weisse Moore-Licht benützen, nachteilig hätte fühlbar machen müssen; die Färber erklären vielmehr, dass das weisse Moore-Licht in vollkommener Weise für alle Farben das diffuse Tageslicht optisch ersetze. Eine grosse Kollektion farbiger Bänder, sowie ein bunter Blumenstrauss gestatteten den Anwesenden, sich davon zu überzeugen, dass bei weissem Moore-Licht (die Demonstrationsanlage war für solches ausgeführt worden) die Farben ihre natürlichen Werte beibehalten, während sie bei der gewöhnlichen elektrischen Beleuchtung des Auditoriums die bekannten Veränderungen erleiden.

Bericht des Quästors
über die
Rechnung der Naturforschenden Gesellschaft
für das Jahr 1911.

Einnahmen:

Zinsen von Kapitalien	Fr.	4,285. 05
Beiträge der Mitglieder	„	6,694. —
Verkauf von Neujahrsblättern	„	625. 96
„ der Vierteljahrsschrift	„	212. 20
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	„	3,200. —
Allerlei	„	50. —
Zusammen	Fr.	15.067. 21

Ausgaben:

Für Bücher	Fr.	5,837. 63
„ Büchereinbände	„	864. 70
„ das Neujahrsblatt	„	566. 85
„ die Vierteljahrsschrift	„	6,549. 55
„ Kataloge	„	505. 52
„ Miete, Heizung und Beleuchtung	„	130. —
„ Besoldungen	„	2,587. 80
„ allgemeine Verwaltung	„	1,368. 12
„ Allerlei	„	213. 42
Zusammen	Fr.	18,623. 59

Gegenüber dem Voranschlag ergibt sich für die Einnahmen ein Mehrbetrag von Fr. 367. 21, herrührend vom Verkaufe der Neujahrsblätter, von einem etwas grösseren Betrage der Mitgliederbeiträge und einer unter „Allerlei“ rubrizierten zufälligen Zuwendung.

Dagegen sind die Ausgaben um Fr. 3923. 59 grösser als budgetiert war und übertreffen die Einnahmen um Fr. 3556. 38. An diesem Defizit partizipieren alle Hauptposten mit Ausnahme der Besoldungen.

1. Bei den „Büchern“ liegt der Grund des Überschusses nicht in der Neuanschaffung von Werken, sondern lediglich in der zufälligen Anhäufung von Heften der abonnierten Periodica.

2. Der grosse Ausfall bei der „Vierteljahrsschrift“ wird ja allerdings exzeptionnell nur darauf zurückzuführen sein, dass der Band sehr voluminös ausgefallen ist, zunächst durch wissenschaftliche Abhandlungen mit z. T. sehr teuerem Drucke, dann durch Aufnahme des Verzeichnisses der sämtlichen laufenden Periodica und Serienwerke, insbesondere aber von sehr ausführlichen Sitzungsberichten. Für den bei den letzteren befolgten Modus war das Jahr 1911 gleichsam ein Versuchsjahr. Voraussichtlich wird die Sache in Zukunft etwas anders behandelt und damit auch in finanzieller Hinsicht etwas erspart werden können.

3. In der Rubrik „Katalog“ figurieren im Jahre 1911 das Honorar für die Zusammenstellung der sämtlichen von der Bibliothek der Gesellschaft gehaltenen Periodica und Serienwerke, sowie deren Druckkosten. Diese Ausgabe konnte beim Budget noch nicht berücksichtigt werden, sie fällt aber für die nächsten Jahre weg.

4. Die „Allgemeine Verwaltung“ hat den Voranschlag um ca. Fr. 500 überschritten. Die Veranlassung dazu lag hauptsächlich in vermehrten Druckkosten der sehr ausführlichen Sitzungsberichte und verschiedener anderer Sachen, sowie in erhöhten Auslagen für Porto für die Versendung der Vierteljahrsschrift, der Sitzungsberichte u. a.

5. Unter „Allerlei“ figurieren eine Reihe von Posten, die im Voranschlag nicht vorauszusehen waren, so ein erst bei der letztjährigen Hauptversammlung beschlossener Beitrag von Fr. 50.— an die Schweiz. Naturschutzkommission, eine Adresse zur Feier des 100jährigen Bestehens der Aarg. Naturforschenden Gesellschaft u. a. m., so dass die Vermehrung gegenüber dem Voranschlag Fr. 150. — beträgt.

Das Vermögen der Naturforschenden Gesellschaft betrug Ende 1910 total Fr. 83.497.39. Durch das Defizit des Jahres 1911 vermindert sich dasselbe um

Fr. 3,556.38 und beträgt am 31. Dezember 1911 Fr. 79,941.01. Von diesem Betrage sollen nach den statutarischen Bestimmungen Fr. 70000 unantastbares Stammkapital sein. Der Rest würde bis auf Fr. 59. — den s. Z. von einem hochherzigen Geber der Gesellschaft geschenkten Fr. 10,000 entsprechen. Dagegen verschwindet der bisher als „Illustrationsfond" ausgeschiedene Vermögensteil infolge der wiederholten Defizite der letzten Jahre vollständig aus der Rechnung. Da nun aber die Bestimmung des Illustrationsfonds darin gipfelte, die Ausstattung der Vierteljahrsschrift reicher zu gestalten, und wohl der bedeutend grössere Teil desselben effektiv zu diesem Zwecke verwendet wurde, und da über die Grösse und den Bestand desselben keinerlei bindende Statutbestimmungen existieren, so wird man sich mit dem Faktum, dass der Illustrationsfond aufgebraucht sei, abfinden müssen und können (vergl. die Bemerkung zur Rechnung 1910 betreffend den Fehlbetrag des Gesamtvermögens).

Voranschlag für das Jahr 1912.

Einnahmen:

Zinsen von Kapitalien	Fr.	4,400. —
Beiträge der Mitglieder	"	7,000. —
Verkauf von Neujahrsblättern	"	400. —
" der Vierteljahrsschrift	"	200. —
Beiträge von Behörden und Gesellschaften	"	3,200. —
Allerlei	"	—. —
Zusammen	Fr.	15,200. —

Ausgaben:

Für Bücher	Fr.	5,000. —
" Büchereinbände	"	900. —
" das Neujahrsblatt	"	600. —
" die Vierteljahrsschrift, wissensch. Teil	"	6,000. —
" " Sitzungsberichte	"	600. —
" den Zentralkatalog	"	20. —
" Miete, Heizung und Beleuchtung	"	150. —
" Besoldungen	"	2,800. —
" allgemeine Verwaltung	"	1,000. —
" Allerlei	"	100. —
Zusammen	Fr.	17,170. —

Der Vorstand hat nach reiflicher Prüfung der bestehenden Verhältnisse dieses Budget aufgestellt mit einem Überschuss der Ausgaben von ca. Fr 2000 über die Einnahmen. Die Ausgaben sollten nun voraussichtlich reichlich genug dotiert sein; überdies ist Aussicht vorhanden, dass die Einnahmen im Jahr 1912 noch einen Zuwachs erfahren.

Zürich, 22. Mai 1912. Dr. Hans Kronauer.

Bericht des Aktuars
über die
wissenschaftliche Tätigkeit und den Bestand der Naturforschenden Gesellschaft 1911/12.

Im Berichtsjahr wurden, die Hauptversammlung mitgezählt, neun ordentliche, eine ausserordentliche Sitzung und ein Demonstrationsabend abgehalten. Ferner wurde zum erstenmal eine Plankton-Expedition auf dem Zürichsee veranstaltet. Sitzungen und Exkursion erfreuten sich reger Teilnahme und waren zahlreich besucht.

Vorträge:

1. Prof. Dr. Tschirch (Bern): Über die Urfeige und ihre Beziehungen zu den Kulturfeigen. (Ausserordentliche Sitzung.)
2. Prof. Dr. P. Weiss: Anschauungen über Magnetismus und ihre Beziehungen zur Molekularphysik und das Magneton.
3. Dr. H. Bluntschli: Die Phylogenie des Primatengebisses, mit Ausblicken auf diejenige der Säuger.
4. Dr. P. Arbenz: Der Gebirgsbau der Zentralschweiz.
5. Dr. K. Bretscher: Die Wanderstrassen der Zugvögel in Europa.
6. Prof. Dr. M. Grossmann: Über nichteuklidische Geometrie.
7. Dr. H. Meyer-Ruegg: Über die Einbettung des menschlichen Eies.
8. Dr. W. R. Hess: Mitteilungen über Herstellung plastischer Photographien.
   Prof. Dr. H. Zangger: Immunität, Angewöhnung und chronische Vergiftung.
9. Ing. Karl Paul Täuber: Das Moore-Licht, mit Vorführung einer Installation.
10. Prof. Dr. R. Willstätter: Über Chlorophyll.

Demonstrationen:

1. Prof. Dr. Albert Heim: Die zweite Auflage der von der Geologischen Kommission herausgegebenen geolog. Karte der Schweiz in 1 : 500000.
2. Prof. Dr. M. Düggeli: Leuchtbakterienkulturen.
3. Dr. O. Baudisch und Dr. E. Mayer: Lichtchemische Reaktionen mit der Quecksilberlampe.
4. Prof. Dr. M. Standfuss: Bilder aus dem Insektenleben der Umgebung Zürichs während des Winters.
5. Prof. Dr. A. Ernst: Mikroskopische Präparate und selbstverfertigte autochrome Mikrophotographien.

Plankton-Exkursion:

Vorträge von Prof. C. Keller, Prof. Heuscher und Prof. Dr. Schröter.

Vorstandssitzungen:

In 5 Sitzungen behandelte der Vorstand die Fragen der Einladung der schweizerischen und der deutschen Naturforscher nach Zürich, ferner den Anschluss unserer Bibliothek an die künftige Zentralbibliothek, den Aufruf zur Unterstützung der Expedition de Quervain und Genossen.

Vierteljahrsschrift:

Zum erstenmal, im 56. Jahrgang, erscheint die Vierteljahrsschrift in zwei Teilen. Der erste Teil, arabisch paginiert, enthält 19 Abhandlungen, eingereicht von 17 verschiedenen Verfassern. Von den Abhandlungen gehören der Mathematik drei, der Physik acht, der Chemie eine, der Botanik vier, der Zoologie eine, der Anatomie eine und der Medizin eine an. — Im zweiten Teil, mit römischer Paginierung, stehen die Sitzungsberichte, der Bibliotheksbericht, ein alphabetisches Verzeichnis der sämtlichen laufenden Periodica und Serienwerke, Gutachten und Antrag des Vorstandes betreffend die Abtretung der Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft an die Zentralbibliothek und ein Mitgliederverzeichnis, abgeschlossen am 20. März 1912.

Neujahrsblatt:

Das Neujahrsblatt auf das Jahr 1912, 114. Stück, hat zum Verfasser Dr. Alfred de Quervain und trägt den Titel: „Aus der Wolkenwelt". Es enthält 10 Seiten und 3 Tafeln.

Mitgliederbestand:

Der Mitgliederbestand zeigt dem Vorjahre gegenüber folgende Veränderungen:

Gestorben sind die Herren:

Prof. Dr. Amsler-Laffon, Ehrenmitglied,
Prof. Dr. J. B. Messerschmitt,
Dr. med. Ed. Cornaz,
J. K. Escher-Hess,
J. G. Sigg-Sulzer,
Dr. Franz Walder.

Ausgetreten sind 8 Mitglieder.

Neuaufgenommen wurden im Berichtsjahr 48 Mitglieder.

Zu korrespondierenden Mitgliedern unserer Gesellschaft wurden ernannt die Herren: Prof. Dr. G. Bredig, Prof. Dr. Einstein.

Am 20. März 1912 zählte die Gesellschaft:

13 Ehrenmitglieder,
3 korrespondierende Mitglieder,
442 ordentliche Mitglieder.

Allein in den letzten zwei Jahren hat sich die Zahl der Mitglieder um ca. 150 vermehrt infolge der energischen Propaganda des Vorstandes und der Bemühungen, die Sitzungen möglichst gehaltvoll zu gestalten.

Bericht des Bibliothekars.

Die Zahl der Entleiher belief sich im Berichtsjahre auf 47 mit 1363 Werken (1910: 110 Entleiher mit 1477 Werken); der Rückgang ist zur Hauptsache darauf zurückzuführen, dass eine Reihe von kantonalen Instituten das Ansuchen gestellt haben, es möchten ihnen gewisse Serien von Periodica als Deposita überwiesen werden, welchem Ansuchen jeweilen gerne entsprochen wurde, da es sich in der Regel um Periodica handelte, die fast ausschliesslich von den

betreffenden Instituten verlangt wurden, und da in jedem Falle von den Institutsvorstehern die Verpflichtung eingegangen wurde, nicht nur für gute Instandhaltung der überwiesenen Serien einstehen zu wollen, sondern auch jederzeit von dritter Seite leihweise gewünschte Bestandteile der erhaltenen Bestände direkt abgeben zu wollen. In den obigen Zahlen figuriert natürlich dieser Leihverkehr nicht, da er sich direkt zwischen Institut und Entleiher vollzieht. Für die Bibliotheksverwaltung ist damit auch eine etwelche Entlastung eingetreten.

Besucher des Lesesaales: durchschnittlich 12 Personen täglich. Anzahl der Tauschgesellschaften: Schweiz 42, Deutschland 109, Österreich-Ungarn 42, Holland 14, Dänemark, Schweden und Norwegen 21, Frankreich 39, Belgien 10, Grossbritannien 35, Italien 29, Spanien, Portugal 8, Russland, Rumänien 23, Amerika 105, übrige Länder 28; Total 505 (1910: 503).

Neu hinzugekommen sind: Der Naturwissenschaftliche Verein Bielefeld und Umgebung und die Tohoku Mathematical Society, Sendai (Japan).

Zahl der angeschafften Periodica: Akademien, Allgemeines 30, Astronomie, Meteorologie 4, Botanik 14, Geographie, Ethnographie 8, Paläontologie, Geologie, Petrographie und Mineralogie 17, Mathematik 13, Physik und Chemie 13, Zoologie 12; zusammen 111 (1910: 124).

Der Rückgang in der Anzahl der angeschafften Periodica ist dem Umstand zuzuschreiben, dass einerseits einige früher durch Kauf erworbene Publikationen zufolge besonderer Vereinbarung nun geschenkweise an uns abgegeben werden, anderseits eine Anzahl von Serienwerken und Zeitschriften zum Abschluss gelangt oder eingegangen sind.

Eingegangen bezw. abgeschlossen sind: F. A. Forel, Le Léman; Pechuel-Loesche, Loango-Expedition; Schrenck, Reisen und Forschungen im Amurlande; Voyage of H. M. S. Challenger, Botany; Dirichlet-Lejeune, Werke, herausgegeben von Kronecker und Fuchs; Stokes, Mathematical and physical papers; Poggendorf, Biographisch-literarisches Handwörterbuch (wird eventuell später wieder fortgesetzt); Lorentz, Abhandlungen über theoretische Physik; Eimer, Die Entstehung der Arten; V. Fatio, Faune des Vertébrés de la Suisse.

Hiezu ist zu bemerken, dass ein Teil obiger Anschaffungen (Serienwerke), die als solche im Bericht für 1910 noch mitgezählt wurden, nicht erst im Jahre 1911, sondern schon früher zum Abschluss gelangt oder eingegangen sind, welcher Umstand jedoch erst anlässlich der Aufstellung des letztes Jahr hergestellten Periodicaverzeichnisses offenbar wurde, da für letzteres in allen zweifelhaften Fällen eingehende Erkundigungen direkt beim Verleger eingeholt wurden. Aus einzelnen Serienwerken selber ist nämlich nicht immer mit Bestimmtheit ersichtlich, wie viele Bände sie umfassen, manchmal werden laut Programm und Prospekt mehr in Aussicht genommen, als tatsächlich erscheinen, oft ist's auch umgekehrt. In solchen Fällen hilft gewöhnlich nur direkte Erkundigung beim Verleger, sofern letzterer nicht selber hierüber im Unklaren ist, was hie und da auch der Fall ist. So kann es kommen, dass einzelne Publikationen Jahre lang immer noch als abonniert auf der Anschaffungsliste figurieren und für den Jahresbericht konsequenterweise mitgezählt werden, während sie in Tat und Wahrheit abgeschlossen sind.

Das Periodicaverzeichnis vom letzten Jahre hat auch in dieser Hinsicht seinen Dienst getan, indem es, wie oben gesagt, den erwünschten Anlass bot, diesen Ballast abzustossen auf Grund systematisch betriebener Einholung von Informationen an den hiefür in Betracht kommenden Stellen.

an höhere Alkoholmengen, die Gewöhnung von *Penicillium glaucum* und *Dematium pullulans* an giftige Metallsalzlösungen, die Angewöhnung vieler Pilze an hohe osmotische Drucke.

Die Immunität der höheren Pflanzen hat unzählige Ursachen. Während man früher in den äusseren Verhältnissen des Klimas wie Feuchtigkeitsansammlungen, Frostwirkungen, einseitige Ernährung etc. die Hauptursachen der Immunität erblickte, sind in neuerer Zeit mannigfache anatomische Verhältnisse festgestellt worden, wie Lage und Beschaffenheit der Spaltöffnungen, Dicke der Oberhaut etc., die der Erscheinung der Immunität zugrunde liegen. Die teilweise Immunität amerikanischer Reben gegen den falschen Mehltau z. B. beruht auf dichterem Blattbau. Die Beziehungen zu den Wachstumserscheinungen bedingen oft auffällig die Immunität, wie z. B. bei der Infektion der Weisstanne durch den Hexenbesenpilz oder die Infektion der Fichte durch den Urheber der Gipfeldürre.

In dieser Beziehung zeigen Parasiten und Nährpflanzen mannigfache Beziehungen, was zur Folge hat, dass im Laufe der Entwicklung scheinbare gegenseitige Anpassungen zustande kommen. Neu eingeführte Pilze greifen darum alte Kulturpflanzen stärker an als solche, wo Pilz und Nährpflanze im gleichen Gebiete zu Hause sind. Darauf beruht das intensivere Auftreten der amerikanischen Rebenschädlinge auf *Vitis vinifera*, als auf den meisten amerikanischen Reben. Ebenso sehen wir, dass europäische Schädlinge amerikanische Kulturpflanzen stärker schädigen als die europäische Wirtpflanze; so tritt *Cronartium ribicola* viel stärker auf der amerikanischen Weymouthkiefer auf als auf der Arve, auf welcher der Pilz ursprünglich zu Hause ist.

Die Giftwirkung der Pilze hat zur Folge, dass vielfach die befallenen Organe einfach abgeworfen werden; so wird bei der Schrotschussfleckenkrankheit des Kirschbaumes der erkrankte Blatteil durch Korkmembranen abgegrenzt und abgeworfen. In andern Fällen werden die beschädigten Blätter ganz abgeworfen, so beim falschen Mehltau, dem Rotbrenner der Weinrebe, bei Rauch und Frostschäden etc.

Die Infektion der Pflanzen wird durch eine vorausgegangene Schwächung derselben erleichtert. Wenn z. B. Infektionen an gesunden Pflanzen nicht gelingen, so genügt ein- oder zweimaliges Versetzen in vielen Fällen, um mit dem Infektionsversuch einen Erfolg zu erzielen.

Dies sind nur wenige Beispiele, um die Mannigfaltigkeit der Ursachen der Immunität zu zeigen, und ich danke dem Referenten, dass er uns den Weg für weitere Untersuchungen in dieser Richtung gewiesen hat.

Prof. Cloëtta macht darauf aufmerksam, dass die auffallende Verschiedenheit der Giftwirkung des Methylalkohols bei verschiedenen Personen darauf beruht, dass manche Individuen eine förmliche Idiosynkrasie für die Methylgruppe besitzen. Ferner weist er auch auf die grosse Mannigfaltigkeit in der Reaktion auf Gifte hin: Während z. B. gegen Arsenik der Hund sich einfach dadurch schützt, dass nach einiger Zeit die Darmwandung das Arsenik nicht mehr aufnimmt, wirkt Antimon gerade umgekehrt: es wird immer mehr aufgenommen. Gegen Koffein schützen sich Kaninchen dadurch, dass sie im Gehirn ein förmliches Koffeindepot anlegen. Der Sprechende ist der Meinung, dass wir noch viel mehr Beobachtungen sammeln müssen, und dass das Membran- und Diffusionsproblem nur eine Seite der ungeheuer komplizierten Materie darstellt.

Dr. Theo. Frick: Das vielseitige Thema der Immunität gegen Gifte und Bakterien veranlasst mich, von der Karies der Zähne zu sprechen. Diese

verbreitetste aller Kulturkrankheiten charakterisiert sich dadurch, dass bei ihrem Auftreten die Bakterien nicht, wie bei den übrigen Infektionskrankheiten, in die Blutbahn eindringen, sondern nur in die Mundhöhle gelangen und von hier aus die Zähne von aussen angreifen. Dies geschieht zunächst dadurch, dass bei den durch die Bakterien verursachten Gärungsvorgängen Säuren entstehen, welche, in statu nascendi sehr aktiv wirkend, die anorganischen Bestandteile an gewissen Stellen der Zähne herauslösen und hiedurch das Auftreten der Karies ermöglichen. Wir beobachten nun, dass in einem und demselben Munde nicht alle Zähne gleichmässig der Karies anheimfallen, sondern dass bestimmte Gruppen von Zähnen davon verschont bleiben; insbesondere werden die sechs Vorderzähne des Unterkiefers relativ selten, deren innere, den Sublingualspeicheldrüsen gegenüberliegende Flächen niemals von Karies befallen. Diese Zähne oder Teile von Zähnen sind also gegen Karies immun. Wenn wir uns nun fragen, wie diese Immunität zustande kommt, so zwingen uns gewisse Beobachtungen, das immunisierende Moment im Mundspeichel zu suchen. In der Tat hindert der Speichel die Wirkung der Bakterien auf mehrfache Weise, zunächt rein mechanisch, indem er sie und ihre Nahrung (Speisepartikel) wegspült, sodann chemisch, indem er durch seinen Alkaligehalt die Gärungssäuren neutralisiert. Es ist aber anzunehmen, dass der Speichel beim vollkommen gesunden Menschen ausserdem noch ein Spezifikum enthält, welches wir als das eigentliche Schutzmittel gegen Karies, gewissermassen als das natürliche Desinfiziens, zu betrachten haben. Dafür spricht unter anderm die Tatsache, dass ganze Völker, sowie auch Einzelindividuen, welche mitten unter Karieskranken leben, von der Krankheit völlig frei bleiben. Untersuchen wir wohlerhaltene Schädel unserer Vorfahren und Gebisse von Naturvölkern der Gegenwart, so bekommen wir die Überzeugung, dass der Mensch ursprünglich allgemein gegen die Karies immun war und diese Immunität erst durch die Kultur und die damit einhergehende irrationelle Lebensweise verloren hat. Wenn aber nach den Prof. Zanggerschen Ausführungen der menschliche Organismus die Fähigkeit besitzt, Immunität gegen gewisse Gifte und Bakterien heranzuzüchten und zu entwickeln, so sollte man es um so eher für möglich halten, eine Immunität, die bei Naturvölkern tatsächlich bestanden hat und zum Teil noch besteht, auch für den Kulturmenschen wieder zu erlangen. Verschiedene neuere Forschungen und Beobachtungen lassen denn auch den fast sichern Schluss zu, dass dieses Ziel für die Zahnkaries durch Rückkehr zu einer naturgemässeren Ernährungsweise erreichbar ist. Zu erforschen, in wie weitgehendem Masse dies auch für andere Krankheiten zutrifft, dürfte eine der lohnendsten Aufgaben der Zukunft sein.

Prof. Zangger: Auf die Anfrage von Prof. Haab und die Erörterung von Prof. Cloetta erwähne ich noch, dass das Brommethyl oft viel ausgesprochenere Dauersymptome erzeugt, als das Bromaethyl. Ferner, dass die Empfindlichkeit gegenüber Methylalkohol nach eigenen Beobachtungen in weit grösseren Grenzen schwankt, hauptsächlich in bezug auf die Nachwirkungen, als beim gewöhnlichen Alkohol.

Ich habe nie angenommen, dass wir durch die physikalisch-chemischen Untersuchungen, soweit wir sie heute treiben können, die komplizierten Vorgänge der Immunität und chronischen Vergiftungen voll erklären können, aber sicher sind die physikalisch-chemischen Eigentümlichkeiten die wesentlichen Voraussetzungen der Verteilung der Gifte, und Veränderungen der physikalisch-chemischen Verhältnisse in den Lebewesen sind ein wesentlicher Teil des Effektes.

hat und die zahlreichen zürcherischen Forscher, die ihre Geistesprodukte Ihnen zur Veröffentlichung anvertrauten, werden dankbar Ihrer gedenken.

Im Namen der Naturforschenden Gesellschaft begrüssen Sie mit ausgezeichneter Hochachtung

Der Präsident: (sig.) C. Schröter.
Der Aktuar: (sig.) E. Schoch.

Der Vorstand schlägt vor, Herrn Prof. Rudio zum Ehrenmitglied der Gesellschaft zu ernennen; unter begeisterter Zustimmung der Versammlung wird dieser Vorschlag zum Beschluss erhoben.

Als Redaktor und Mitglied der Redaktionskommission wird Professor Dr. Hans Schinz vorgeschlagen und gewählt; seine Eignung zu diesem Amt, seine reiche Erfahrung als Redaktor der „Denkschriften der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft" wird allseitig betont. Die Vereinigung der Redaktion der Vierteljahrsschrift mit dem Bibliothekariat in den Händen von Prof. Schinz wird beiden zum Vorteil gereichen.

Als Rechnungsrevisoren werden bezeichnet: Prof. Gysi und E. Hüni-Caumont; als Delegierte an die Jahresversammlung der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft in Altdorf Prof. Dr. Rudio und Dr. P. Arbenz.

Es sind nun 25 Jahre vergangen, seit Dr. Hans Kronauer das Quästorat unserer Gesellschaft übernommen hat. Seine ausgezeichnete sorgfältige Verwaltung unserer Finanzen ruft einer ausserordentlichen Anerkennung der Verdienste unseres Quästors. Vizepräsident Huber-Stockar stellt namens des Vorstandes den Antrag, Herrn Dr. Kronauer die Ehrenmitgliedschaft zu verleihen und findet die lebhafte Zustimmung der ganzen Versammlung. Die Ernennung wird Herrn Dr. Kronauer mit folgenden Worten mitgeteilt:

Herrn Dr. Hans Kronauer.

Hochgeehrter Herr Doktor!

Die naturforschende Gesellschaft hat Sie in Ihrer Hauptversammlung vom 3. Juni zum Ehrenmitglied ernannt. Sie will Ihnen damit den herzlichsten Dank und die wärmste Anerkennung aussprechen für die vielen und grossen Verdienste, die Sie sich im Laufe von 25 Jahren um die Gesellschaft durch Ihre treue und ausgezeichnete Verwaltung des Quästorats erworben haben. Wer die Geschichte unserer Gesellschaft kennt, weiss, wie schwierig sich die finanzielle Entwicklung von jeher gestaltet hat und von wie grossem Vorteil es war, dass Sie, ein wachsamer Steuermann, das Schiff der Gesellschaft an allen Klippen und Fährlichkeiten vorbei ruhig und sicher vorwärts geführt haben. Der glückliche Umstand, dass die Geschäfte so viele Jahre hindurch von der gleichen Hand mit soviel Sorgfalt und Besonnenheit durchgeführt wurden, hat viel beigetragen zu der ehrenvollen Fortentwicklung, die der Gesellschaft in den letzten 25 Jahren beschieden gewesen ist.

Es bleibt unser herzlichster Wunsch, dass es Ihnen vergönnt sein möge, noch recht lange Ihr Amt weiterzuführen zum Nutzen und Wohl unserer Gesellschaft.

Mit ausgezeichneter Hochachtung begrüssen Sie namens der Naturforschenden Gesellschaft Zürich

Der Präsident: (sig.) C. Schröter.
Der Aktuar: (sig.) E. Schoch.

Zu unserem grossen Bedauern zieht Herr Prof. Willstätter, an eine sehr ehrenvolle, hervorragende Stellung nach Berlin berufen, von Zürich weg. Der Scheidende wird in Anerkennung seiner vielfachen Verdienste um unsere Gesellschaft zu ihrem korrespondierenden Mitgliede ernannt.

Dem abtretenden Präsidenten, Herrn Prof. Schröter, spricht der neugewählte Vorsitzende, Herr Huber-Stockar, namens der Gesellschaft den herzlichsten Dank aus für seine ebenso unermüdliche als erfolgreiche Tätigkeit. Die zwei Jahre seiner Amtsführung sind für die Gesellschaft ausserordentlich fruchtbringende gewesen, nicht nur in bezug auf die hohe Zahl neu erworbener Mitglieder, sondern ganz besonders durch die engere Heranziehung Aller zur Gesellschaft und ihren geistigen Interessen.

Herr Prof. Willstätter hält einen Vortrag über

Chlorophyll

der in der Vierteljahrsschrift erscheinen wird.

Schluss der Sitzung 7½ Uhr. Der Aktuar: E. Schoch.

Protokoll der Sitzung vom 28. Oktober 1912

in der Aula des Hirschengrabenschulhauses, Zürich I (gemeinsam mit der Geogr.-Ethnogr. Gesellschaft in Zürich).

1. Prof. Dr. Cd. Keller, Präsident der Geogr.-Ethnographischen Gesellschaft, eröffnet etwas nach 8 Uhr abends die Sitzung, zu welcher sich etwa 400 Teilnehmer eingefunden hatten.

Er schickt dem Vortrag einige Worte der allgemeinen Orientierung voraus und gibt seiner Freude darüber Ausdruck, dass die schweizerische Grönland-Expedition bei der Durchquerung Grönlands vom Glück begünstigt wurde.

Er erteilt darauf Herrn Dr. A. de Quervain, Privatdozent an der Universität Zürich und Adjunkt der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt, Leiter der Expedition, das Wort zu seinem Vortrag:

Die West-Ost-Durchquerung Mittel-Grönlands im Sommer 1912 (mit Lichtbildern).

Dr. A. de Quervain sprach über den Verlauf der Schweizerischen Grönland-Expedition 1912, insbesondere über die Durchquerung von Mittelgrönland, die er mit Dr. H. Hössli, Architekt R. Fick und Ingenieur K. Gaule ausgeführt hat. Auf die Tüchtigkeit jener Begleiter und die möglichst sorgfältige materielle und persönliche Vorbereitung glaubt er hauptsächlich das Gelingen der Durchquerung, die trotz des ungünstigen Sommers schnell vonstatten ging, zurückführen zu sollen.

Dass es aus den gleichen Gründen möglich war, trotz mancher Schwierigkeiten einen äusserlich ziemlich glatten, programmgemässen Verlauf zu erzwingen, wird dem Zweck der Expedition, welcher ein wissenschaftlicher war, nur zugute kommen.

Die Durchquerung hat die Tatsache der einheitlichen Inlandeisbedeckung auf dem grössten bisher ausgeführten Querschnitt bestätigt, zugleich aber auch, wie sich schon jetzt sagen lässt, eine allzuschematische Vorstellung von dessen Verteilung wesentlich korrigiert. Genaueres wird sich erst nach Bearbeitung der topographischen, meteorologischen und luftelektrischen Messungen sagen lassen.

Die ausserordentlich anschaulichen, in wirkungsvoller Weise mit ernsten wissenschaftlichen und psychologischen Andeutungen und humorvollen Einflechtungen aller Art durchsetzte Erzählung wird mit grossem Applaus entgegengenommen.

Der Applaus wird wiederholt, nachdem der Vortragende in einem zweiten Teil seiner Darbietungen eine grosse Zahl trefflicher photographischer kolorierter Lichtbilder aus allen Teilen der Durchquerung gezeigt und in anziehendster Weise erklärt hatte.

Herr E. Huber-Stockar, Präsident der Naturforschenden Gesellschaft, schliesst die Sitzung nach 10 Uhr abends, nachdem er mit einigen Worten darauf noch besonders hingewiesen hatte, dass, abgesehen von den noch zu gewärtigenden wissenschaftlichen Ergebnissen, die Durchquerung Grönlands durch de Quervain und seine Genossen gerade deshalb bedeutsam sei, weil sie in ihren Vorbereitungen und ihrer gewissermassen militärischen Durchführung eine Expeditions-Technik enthülle, bei welcher der Wissenschaft am besten gedient sei.

2. Die mittelst der als Stimmkarten ausgebildeten, am Eingang zum Sitzungslokal abgegebenen Eintrittskarten der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft vollzogene Abstimmung ergibt die einstimmige Aufnahme der in der Einladung genannten drei neuen Mitglieder.

3. Im Protokoll wird der Kreisschulpflege I der Stadt Zürich der Dank der Naturforschenden Gesellschaft für die Überlassung des Sitzungslokals hier ausgedrückt.

Protokoll der Sitzung vom 11. November 1912,

abends 8 Uhr, im Auditorium 9d der Landwirtschaftlichen Schule der Eidg. Technischen Hochschule.

Vorsitzender: E. Huber-Stockar. Anwesend ca. 80 Personen.

Traktanden:

1. Das den Mitgliedern gedruckt zugegangene Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt unter Verdankung an Aktuar und Autoreferenten.

2. Die Gesellschaft hat folgende Mitglieder durch den Tod verloren:

Prof. Dr. F. A. Forel, Ehrenmitglied der Gesellschaft.
Dr. Ernst Schulze, Prof. an der Eidg. Techn. Hochschule.
Dr. J. B. Messerschmitt, Prof. an der Universität München.

Die Versammlung erhebt sich zu Ehren der Verstorbenen.

3. Die 5 angemeldeten Mitglieder werden einstimmig in die Gesellschaft aufgenommen.

4. Der Vorsitzende macht darauf aufmerksam, dass man nicht nachlassen solle neue Mitglieder zum Beitritt aufzufordern; das folgende Zirkular ist versandt worden:

An Freunde der Naturwissenschaft!

Der unterzeichnete Vorstand beehrt sich hierdurch, zum Beitritt in die Naturforschende Gesellschaft in Zürich ergebenst einzuladen.

Er erlaubt sich, diese Einladung nicht nur durch den Hinweis auf die für diesen Winter bereits zugesicherten, in verschiedene Gebiete der Naturwissenschaften fallenden Vorträge zu bekräftigen, sondern auch durch die im Verhältnis zu seiner Mitgliederzahl sehr grossen finanziellen Anstrengungen, denen

sich die Naturforschende Gesellschaft in Zürich bei Erfüllung ihrer Mission im Dienste der Naturwissenschaften nicht entziehen darf.

In Anerkennung der Dienste, welche die Naturforschende Gesellschaft in Zürich namentlich durch das Mittel ihrer zirka 29,000 Bände umfassenden Bibliothek und durch die Beschaffung der Veröffentlichungen von über 500 wissenschaftlichen Gesellschaften, Körperschaften und Instituten in den verschiedensten Ländern der Erde auf dem Wege des Tausches gegen die eigene Vierteljahrsschrift den wissenschaftlichen Instituten Zürichs bietet, fliessen ihr höchst verdankenswerte Subventionen von seiten der Behörden und andern Gesellschaften zu. Diese Quellen können aber kaum ergiebiger gemacht werden. So bleibt vornehmlich das Mittel übrig, die Zahl der Mitglieder zu vergrössern und zwar in möglichst starkem Masse.

Wir versichern Jedermann, der sich zum Beitritt in die Naturforschende Gesellschaft entschliesst, dass er nicht nur einen dem Mitgliederbeitrag von Fr. 20.— reichlich entsprechenden Entgelt in der Anhörung der hinsichtlich der behandelten Gebiete abwechslungsreichen Vorträge und in dem Empfang der den verwöhntesten Ansprüchen genügenden Vierteljahrsschrift finden wird, sondern auch, dass er in der oben angedeuteten Weise dem wissenschaftlichen Leben Zürichs einen wichtigen und herzlich verdankten Dienst leisten helfen wird.

Für diesen Winter sind zunächst folgende Vorträge gesichert:

Dr. A. de Quervain: Die Durchquerung Grönlands 1912.
Prof. Dr. H. Müller-Thurgau: Die winterliche Ruheperiode der Pflanzen.
Dr. H. Brockmann-Jerosch: Einfluss des Klimacharakters auf die Verbreitungsgrenzen der Pflanzen.
Dr. A. Denzler: Einige Mitteilungen über den Stand der Frage des Schutzes gegen die Gefahren des Blitzes.
Dr. jur. H. Zeller, Mitglied der Naturschutzkommission: Naturschutz und Recht.
Prof. Dr. O. Busse: Geschwülste und Entwicklungsstörungen der Nieren.
Prof. Dr. A. Tobler: Über drahtlose Telegraphie (genauer Titel vorbehalten).
Dr. O. Veraguth: Die Sensibilitäten des menschlichen Organismus.
Prof. Dr. H. Zangger: Einige Mitteilungen über die Wirkungen der Strahlung, speziell der ultra-violetten, allgemein physikalisch und biologisch, bis zur Berufskrankheit.

Die Themata weiterer Vorträge aus den Gebieten der Mathematik, Physik, Geologie, Zoologie etc. sind noch nicht festgestellt.

Jeden Winter findet ein Demonstrationsabend statt.

Die Einladungen zu den Sitzungen, welche in der Regel jeden zweiten Montag stattfinden, werden den Mitgliedern zusammen mit dem Protokoll der vorhergehenden Sitzung zugestellt. Die Protokolle enthalten kurze Auszüge aus den Vorträgen.

Mit der Bitte, die ernsten wissenschaftlichen Bestrebungen der Naturforschenden Gesellschaft durch den eigenen Beitritt und durch die Aufmunterung anderer Freunde der Naturwissenschaften zum Beitritt zu fördern, zeichnet

Hochachtungsvoll

Der Vorstand

der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

5. Vortrag von Prof. Dr. O. Busse: Geschwülste und Entwicklungsstörungen der Niere (mit reichlichen Demonstrationen und auch für Nichtmediziner verständlich) Autorreferat:

Unter den Geschwülsten nehmen diejenigen in der Niere deshalb eine besondere Stellung ein, weil nur die wenigsten von ihnen in ihrem Aufbau dem Mutterboden also der Niere gleichen oder ähneln. Die meisten der Nierengeschwülste sind soweit von der Niere verschieden, dass sie nicht einmal in ihren Zellen Ähnlichkeit mit den Nierenzellen haben. So finden sich an der Oberfläche der Niere des öftern kleinere Geschwülste, etwa erbsengross, die lediglich aus Fettgewebe bestehen, das sonst in der Niere überhaupt nicht vorkommt, also absolut fremdartig ist. Die Erklärung dieser Verlagerung von Fettgewebe aus der Umgebung der Niere in das Organ selbst ist verhältnismässig einfach an der Hand der Entwicklung der Niere. Es zeigt sich, dass bei der Entstehung der Niere aus einzelnen kleinen Nierchen (Reneulis) Teile der Nachbarschaft umwachsen und in die Niere selbst eingeschlossen werden können. Ganz besonders häufig werden so die Nebennieren oder Teile derselben in die Niere verlagert, und diese Teile bilden dann nachher den Ausgang für krebsähnliche Geschwülste, die des öftern bei älteren Leuten angetroffen werden, und in ihrem Bau nicht eigentlich der Niere, wohl aber der Nebenniere gleichen.

Sehr viel schwieriger ist die Deutung der bei kleinen Kindern vorkommenden Geschwülste der Niere. Da gibt es einmal schon bei Neugeborenen mächtige Vergrösserungen, die eine ganze Anzahl von Blasen und Cysten enthalten, die mit sehr verschiedenem Inhalt gefüllt sind. Ein Teil dieser Cysten zeigt eine dicke Wand von glatten Muskelfasern. Glatte Muskelfasern finden sich nun auch in grosser Menge und fast regelmässig in den Mischgeschwülsten, die bei kleinen Kindern des öftern angetroffen werden. Es wurde früher angenommen, dass diese Mischgeschwülste (embryonale Adenosarkome) auf irgend welche Verlagerungen von Gewebskeimen der Nachbarschaft zurückzuführen sind. Bei der Untersuchung nun von embryonalen Nieren findet man viel Ähnlichkeit mit den Bildern, die die Cystenniere und die Mischgeschwülste liefern. Insonderheit muss darauf hingewiesen werden, dass in der embryonalen Niere vielfach Muskelfasern gefunden werden, die bei der weiteren Entwicklung der Niere normalerweise verkümmern und nur bei Entwicklungsstörungen stärker in Erscheinung treten. So werden dann die bisher schwer verständlichen Veränderungen als Entwicklungshemmungen und krankhafte Entwicklungsrichtung der embryonalen Niere angenommen. Es wird des weitern gezeigt, dass die Anhäufung von Muskelfasern in der Niere auch noch bei mancherlei andern Krankheitsprozessen gefunden wird, die sich somit auch als Folgen von Entwicklungsstörungen ausweisen.

Demonstration von Präparaten und Lichtbildern.

Nach kurzer, von Herrn Prof. Felix und dem Vorsitzenden benutzter Diskussion verdankt letzterer die sehr interessanten Ausführungen bestens.

6. Unser Delegierter an den II. internationalen Entomologen-Kongress, Herr Dr. A. v. Schulthess-Rechberg, erstattet mit weiteren Erläuterungen folgenden Bericht:

Der II. internationale Entomologen-Kongress fand vom 5. bis 10. August 1912 in Oxford statt unter dem Präsidium des Professors der Zoologie an der Universität Oxford E. B. Poulton.

In den allgemeinen Sitzungen, die meist die Vormittage ausfüllten, wurden Vorträge von allgemeinem Interesse gehalten, während die Sektionssitzungen mehr der Detailarbeit gewidmet waren.

Professor Poulton, Oxford, zeigte, wie der schwalbenschwanzartige Schmetterling Papilio Dardanus durch natürliche Zuchtwahl sich der Natur anzupassen versteht. Indem Poulton ein überaus reiches Material aus allen Gebieten Afrikas, in ununterbrochener Reihe von Madagaskar bis zur Westküste des Kontinents vorwies, zeigte er, dass die weiblichen Schmetterlinge in den verschiedenen Lokalitäten sehr verschiedene Form und Färbung annehmen, je nachdem sie eine geschützte, nur lokal vorkommende Art nachahmen, während die Männchen durch den ganzen Kontinent hindurch sozusagen unverändert bleiben. Die nachgeahmten Tiere gehören den Gruppen der Danainen, Acraeinen und andern an. Ja in gewissen Gegenden (Durban) kommen vier äusserst verschiedene weibliche Formen vor (Papilio hippocoon, trophonius, cenia und leighi), die aber alle von derselben Mutter abstammen und eben als Schutzfärbung ganz verschiedene Kleidung annahmen.

Professor Comstock (Ithaka N. A.) berichtete über seine Untersuchungen der Spinndrüsen der Spinnen, über die verschiedenen Arten der Spinnfäden, wie gewisse Drüsen nur gewisse Arten, nur zu bestimmten Zwecken verwendete Seide erzeugen und erläuterte seinen Vortrag durch überaus schöne Projektionen.

Professor Kolbe (Berlin) und A. Handlirsch (Wien) sprachen über die geographische Verbreitung der Insekten, wobei der Erstere einer Verbreitung von den Polen her das Wort redete, wo von jeher grosse zusammenhängende Kontinente bestanden haben, Handlirsch besonders die Verbreitung der Insekten in früheren geologischen Perioden berücksichtigt wissen möchte. Durch geologische Funde erhalten oft bisher unverständliche Verbreitungsarten ihre unerwartete Aufklärung, wodurch die ebenso beliebten, als oft gefährlichen und mangelhaft begründeten „Landbrücken“ dem Untergange geweiht sind.

Dr. Perkins (Honolulu) berichtet über interessante geographische Verhältnisse, welche darin sich zeigen, dass die Arten der Wespengattung Odynerus auf gewissen Inseln des Sandwicharchipels weisse Binden am Hinterleibe tragen, während die sehr nahe verwandten Arten derselben Gattung auf den benachbarten Inseln ganz und gar schwarz sind.

Von den einzelnen Sektionen war es besonders diejenige über die Beziehungen der Insektenwelt zur Volkswirtschaft und Volkswohlfahrt, die besonderes Interesse beanspruchte. In beinahe sämtlichen Staaten der nordamerikanischen Union, in vielen englischen Kolonien sind Staatsentomologen oder private Gelehrte angestellt behufs Erforschung der Lebensbedingungen und der Bekämpfung der Pflanzenschädlinge und der endemischen Seuchen, als Malaria, Schlafkrankheit, gelbes Fieber, Pellagra usw. So berichtet W. A. Ballou „Über entomologische Aufgaben in Westindien“ wie durch genaue Kenntnisse der Lebensbedingungen der schädlichen Insekten Mittel und Wege zu ihrer Bekämpfung gefunden und wie durch Einbürgerung tierischer oder pflanzlicher Parasiten die Schädlinge bekämpft werden können. So z. B. vernichtet in Barbados ein Wurzelkäfer das Zuckerrohr, in St. Kitts attackieren Termiten den reifenden Stengel, in Barbados ist es eine rote Wanze, in Antigua und den andern Inseln eine andere Art, welche die Baumwollpflanzungen in hohem Grade schädigt. Durch Verbrennen der alten Pflanzen und Zerstören infizierter Blätter konnte das Übel eingedämmt werden, aber weit wirksamer erwies sich die Bekämpfung durch Einführung der natürlichen Feinde. So verursachte

. Honolulu nach Perkins eine Käferart in den dortigen Zuckerrohrplantagen einen jährlichen Verlust von einer Million engl. Pfund. Durch Einführung, Züchtung und Verbreitung von entsprechenden Schmarotzern (Chalcidiern) gelang es in verhältnismässig kurzer Zeit, die Schädlinge zu vernichten. Schädlinge der Baumwollpflanze auf St. Vincent hinwiederum konnten durch fleischfressende Wespenarten (Polistes annularis L.) hintangehalten werden. Gegen Blattläuse, die in Erbsenpflanzungen oft grossen Schaden verursachen, sind es nach Professor Theobald (Wye, England) hauptsächlich die Vögel und unter ihnen nicht am wenigsten der sonst gewiss mit Recht nicht eben gut beleumdete Spatz, die dem Menschen als treue Bundesgenossen zur Seite stehen.

M. Jablonowsky (Budapest) sprach über die Bekämpfung der Wanderheuschrecke (Stauronotus maroccanus Thbg.) in Ungarn, wo es ihm gelang, durch rationellere Fangmethoden die Kosten der Bekämpfung von etwa drei Millionen auf 270,000 Kronen herunterzusetzen.

A. G. L. Rogers macht darauf aufmerksam, dass gewisse Schädlinge am einen Orte völlig harmlos, am andern jedoch sehr schädlich sein können. Er wünscht daher internationalen Austausch der Beobachtungen und Anfertigung „schwarzer Listen" von Schädlingen und Gegenden, wo solche in drohender Zahl sich zeigen. Der Kongress befürwortet diese Anregung und beschliesst, dem internationalen landwirtschaftlichen Institute in Rom die Ernennung einer internationalen Kommission behufs Ausführung dieser Vorschläge zu beantragen in der Meinung, dass auf diese Weise ein möglichst grosser Erfolg in der Bekämpfung der Schädlinge erreicht und doch eine Beeinträchtigung der Verkehrsinteressen vermieden werden könnte.

In der pathologischen Sektion spricht Professor Forbes (Nebraska N. A.) über die Ursachen der Pellagra. Wie bekannt wurde diese Krankheit, die auch in Italien und Südwesteuropa verheerend auftritt, bisher dem Genusse verdorbenen Maises, neuerdings aber dem Stiche der Mücke Simulium zugeschrieben, einer Mücke, die in fliessendem Wasser, aber niemals, wie die Moskitos in Tümpeln lebt. Forbes lässt die Frage der Aetiologie noch offen, indem es ihm nicht gelang, sichere Anhaltspunkte für den Zusammenhang von Pellagra mit dem Stiche von Simulium nachzuweisen.

In der Sektion für Nomenklatur plädiert Dr. Olivier (Moulins) für Anwendung der lateinischen Sprache, Ch. Oberthür (Rennes) für möglichst reichliche Anwendung von guten Abbildungen bei Neubeschreibungen. Die Beigabe solcher obligatorisch zu erklären beliebte hingegen nicht. Dr. Horn (Berlin) wendet sich gegen die Zulassung von Ausnahmen beim Prioritätsgesetze. Auf Antrag dieser Sektion wählte der Kongress ein internationales Komitee für Nomenklatur, welchem aus der Schweiz Direktor Dr. Ris (Rheinau) angehört. Dieses soll Anregungen und Wünsche der von den einzelnen entomologischen Gesellschaften zu wählenden nationalen Komitees entgegennehmen und diese dann dem internationalen Komitee für zoologische Nomenklatur unterbreiten. In diesem letzteren soll die Entomologie als hervorragend beschreibende Wissenschaft zahlreicher vertreten sein als bisher.

In der Sektion für Systematik verlas Professor Calvert (Philadelphia) einen eingehenden Bericht über die Fortschritte in der Kenntnis der Odonaten in anatomischer, biologischer und systematischer Beziehung. K. v. Rosen (München) zeigte wundervolle Photographien von in Bernstein eingeschlossenen Termiten, Dr. Speiser (Labes) sprach über die geographische Verbreitung

blutsaugender Dipteren und die geographische Variabilität afrikanischer Bombyliden.

Zum Ehrenmitgliede des Kongresses wurde unter Andern auch der greise, um die Erforschung der schweizerischen Insektenfauna so hochverdiente Dr. E. Frey-Gessner in Genf ernannt.

Der nächste Kongress findet 1915 in Wien statt. Zum Präsidenten desselben wurde A. Handlirsch gewählt.

Am Kongresse nahmen zirka 160 Personen teil, davon 2 aus der Schweiz, 14 aus Deutschland, 1 aus Oesterreich, 6 aus Frankreich, 4 aus Spanien, 9 aus Belgien, 2 aus Schweden, 18 aus Nordamerika, 4 aus Holland, 8 aus englischen Kolonien und der Rest aus England.

Von Seite der Universitätsbehörden und der Vorstände der Colleges in Oxford, sowie vieler englischer Teilnehmer am Kongresse empfingen die Kongressisten weitgehende Gastfreundschaft.

Für weitere Details muss ich auf den demnächst im Druck erscheinenden Bericht des Kongresses verweisen.

7. Herr Prof. Dr. Standfuss gibt an Hand von schönem Material ausführliche Darlegungen über die Mimikriverhältnisse von Papilio Dardanus, im Anschluss an das obige Referat über den Vortrag Poulton.

8. Der Vorsitzende dankt den Vortragenden für ihre Ausführungen, sowie Herrn Prof. Jaccard für die Überlassung des Sitzungslokales und des Projektionsapparates. Der Aktuar: Dr. E. Rübel.

Protokoll der Sitzung vom 2. Dezember 1912 auf Zimmerleuten.

Vorsitzender: E. Huber-Stockar.

Anwesend 47 Personen.

Traktanden:

1. Seit der letzten Sitzung hat die Gesellschaft durch den Tod verloren:

Dr. Johannes Heuscher, Professor an der Universität Zürich. Die Versammlung erhebt sich zu Ehren des Verstorbenen.

2. Die Protokolle der Hauptversammlung und der letzten Sitzung werden genehmigt und verdankt.

3. Dem Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark wurde zur Feier seines 50jährigen Bestandes gratuliert und die Einladung dazu verdankt.

Dem „The Rice Institute" wurde zur Gründungsfeier der neuen Universität in Houston, Texas, gratuliert, die Einladung unseres Präsidenten dazu verdankt und Tauschverkehr angeboten.

4. Folgende Damen und Herren wurden einstimmig in die Gesellschaft aufgenommen:

Herr E. Rudolph-Schwarzenbach, Kaufmann, Scheideggstrasse 45, Zürich II, empfohlen durch Herrn Dr. M. Baumann-Näf.

„ Dr. Staudinger, Prof. der Chemie an der Eidg. Technischen Hochschule, Hadlaubstrasse 81, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Baur.

„ Hellmut Gams, stud. phil., Theaterstrasse 12, Zürich I, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. C. Schröter.

„ Paul Loewensberg, med. pract., Carmenstrasse 23, Zürich V, empfohlen durch Herrn A. Rüeger.

„ Rudolf Glauser, dipl. Chemiker, Dornach (Kt. Solothurn), empfohlen durch Herrn Dr. E. Rübel.

Fräulein Frieda Meyer, cand. phil. (Zoologie), Eidmattstrasse 38, Zürich V, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. K. Hescheler.

„ Hedwig Frey, Dr. phil., Mittelbergstrasse 17, Zürich V, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. G. Ruge.

Herr Dr. jur. Max Lautenbach, Lehrer, Sonneggstrasse 29, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Dr. E. Meyer-Schärer.

„ Hans Heer, stud. zool., Bolleystrasse 34, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. K. Hescheler.

„ Max Laue, Prof. der theoretischen Physik an der Universität, Rötelstrasse 15, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Kleiner.

„ Otto Schroeder, cand. rer. nat., Chemiker, Hottingerstrasse 52, Zürich V, empfohlen durch Herrn C. Grün.

5. Vortrag von Herrn Prof. Dr. E. Meissner: Über Elastizitätstheorie und Festigkeit.

Die Bedeutung der Mathematik für die quantitative Erfassung der Naturvorgänge wird je nach ihrem Erfolge verschieden beurteilt. Dieser hängt davon ab, ob es gelingt, in einem einfachen math. Ansatz das Wesentliche einer physikalischen Erscheinung aufzunehmen. Das ist z. B. der Fall in der Himmelsmechanik, trifft aber für die hier zu erörternde Theorie der Elastizität nur in mässigen Grenzen zu. Historisch beginnen die Untersuchungen über vollkommene Elastizität mit R. Hooke, der 1678 das Proportionalitätsgesetz zwischen Belastung und Deformation formuliert hat. Im 18. Jahrhundert schliesst sich daran eine statische und dynamische Theorie der Stäbe (Balken). Navier, Poisson und Cauchy stellen zwischen 1820—30 die allgemeinen elastischen Gleichungen auf Grund bestimmter Vorstellungen über die Konstitution der Materie auf. Heute vermeidet man solche und gewinnt jene Gleichungen unter Voranstellung des Spannungs- und Verzerrungsbegriffes aus dem Hookeschen Linearitätsgesetz. Existiert ein elast. Potential (isothermische und adiabatische Deformationen), so ist das elastische Verhalten eines Körpers an einer Stelle im allgemeinen Fall durch 21 Module bestimmt, die sich für den isotropen Körper auf 2 reduzieren.

Die Integration der Grundgleichungen ist für viele Fälle geleistet worden, ganz allgemein für Kugel und unendliche Halbebene. Die Balkentheorie hat durch de St. Venants Untersuchungen über Torsion und Biegung eine feste Basis erhalten. Für Schalen, Platten und Stäbe sind Näherungstheorien aufgestellt worden. Fragen technischer Art hat die Theorie beantwortet, wie z. B. die nach der Schwächung eines gezogenen Stabes durch eine Durchlochung. Elastische Wellen sind wegen optischen Analogien früh untersucht worden. Auf elastischer Grundlage ist auch eine Theorie der Härte aufgebaut worden und schliesslich existiert eine entwickelte Theorie der elastischen Schwingungen (Akustik), die mit der modernsten mathematischen Forschung in enger Beiehung steht (Integralgleichungen).

Die Prüfung der theoretischen Ergebnisse stösst auf allerlei Schwierigkeiten. Der Spannungszustand lässt sich nur ausnahmsweise direkt und auch dann nicht quantitativ beobachten. Unbekannte Kraftverteilung, dauernde Deformationen, elastische Nachwirkung, thermische Einflüsse, mangelhafte Homogenität und Isotropie des Materials sind störende Umstände, die man nur teilweise theoretisch in Rechnung bringen kann. Auch eine Korrektur des Hookeschen Gesetzes hat wenig Erfolg gehabt. Die elastischen Eigenschaften jedes Körpers sind sehr verwickelt und von seiner Vergangenheit

abhängig. Sie stehen mit vielen andern physikalischen Erscheinungen in Zusammenhang.

Die Technik verlangt indessen nach den Bedingungen für Bruch und Festigkeit eines Körpers. Die ältern Hypothesen der grössten Spannung resp. Dehnung stimmen nicht. Mehr Aussicht auf Erfolg hat die Theorie von Mohr resp. deren Spezialfälle. Die Gleitflächen dieser Theorie finden in den Fliessfiguren polierter gezogener Stäbe eine experimentelle Bestätigung.

(Autoreferat.)

Die sehr lebhafte Diskussion wurde geführt von den Herren Huber-Stockar, Prof. Stodola, Prof. Rohn und dem Vortragenden.

Protokoll der Sitzung vom 16. Dezember 1912,

im Auditorium 9d der Landwirtschaftlichen Schule der Eidg. Technischen Hochschule.

Vorsitzender: E. Huber-Stockar. Anwesend ca. 90 Personen.

Traktanden:

1. Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt und verdankt.
2. Vortrag von Herrn Prof. Dr. H. Müller-Thurgau über:

„Die winterliche Ruheperiode der Pflanzen“
mit Demonstrationen.

Eine Erforschung jener Zustände der Pflanzen, in denen die Lebensvorgänge zwar nicht erloschen, aber vorübergehend stark beschränkt sind, dürfte auch Aufschlüsse über das Wesen des Lebens selbst ergeben. In einem solchen Ruhezustand befinden sich nun die Knospen mancher Holzgewächse und Stauden im Winter, insofern wenigstens ihre Weiterentwicklung bis gegen das Frühjahr hin stillsteht. Diese natürliche Ruheperiode beruht nicht etwa bloss auf einer Herabsetzung des Wachstums durch niedere Temperatur; sie beginnt ja meist schon im Herbst, und zudem tritt der Stillstand im Wachstum der in den Knospen eingeschlossenen Blatt- und Blütenorgane auch bei solchen Bäumen oder Sträuchern ein, die man im Herbst ins Warmhaus bringt, also vor Abkühlung schützt. Dabei unterscheidet sich das anfängliche Verhalten von dem im zweiten Teil des Winters; denn z. B. bei Kirschzweigen, die im Oktober oder November in Wasser gestellt und in einen warmen Raum gebracht werden, sind die Knospen nicht zum Austreiben zu bringen, wohl aber gelingt dies im Dezember und in den folgenden Monaten. Es lässt sich also eine eigentliche, im Wesen der Pflanze beruhende, autonome Ruhe und ein bloss durch die niedere Temperatur verursachter Wachstumsstillstand unterscheiden. Während der ersteren finden sich die Organe in einem solchen Zustande, dass selbst die günstigsten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse kein Wachstum herbeizuführen vermögen. Beim Flieder fällt diese autonome Ruhe auf den Monat September und die erste Hälfte Oktober, ebenso bei den Kätzchen der Haselnuss, während sie bei der Rosskastanie Ende November und bei der Buche erst Mitte März beendigt ist. Es liegt nahe, diese winterliche, wie auch die in andern Gegenden zu beobachtende Trockenperiode der Pflanzen als Anpassungserscheinungen an das Klima zu betrachten. Nun können aber auch Pflanzen in tropischen Gegenden mit gleichmässigem Klima eine ausgesprochene Ruheperiode aufweisen und gerade solche Vorkommnisse haben verschiedene

Forscher dazu geführt, eine von äusseren Einflüssen unabhängige Periodizität im Wachstum der Pflanzenorgane anzunehmen.

Für ein tieferes Eindringen in das Wesen der Ruheperiode, speziell der winterlichen, dürften nun die Ergebnisse neuerer, die Unterbrechung der Ruheperiode betreffender Untersuchungen gute Dienste leisten.

Der Vortragende schilderte nun an Hand von frischem Demonstrationsmaterial sowie an Projektionsbildern die verschiedenen Methoden, durch die es gelingt, Knospen von Bäumen, Sträuchern, Maiglöckchen, Tulpen etc. aus der Ruheperiode zu erwecken, wie das Ätherisieren nach Johannsen, das 8—12stündige Warmbad nach Molisch, das Dampfbad, ein vorübergehendes Erwärmen oder starkes Abkühlen in Luft, das Einpressen von Wasser nach Weber und Jesenko, die Einwirkung von Alkohol, Äther, verdünnten Säuren, die Aufnahme von Nährlösung etc.

Nur wenig wurden bisher die inneren Vorgänge in ruhenden und aus der Ruhe geweckten Pflanzenteilen berücksichtigt. Nach früheren Versuchen des Vortragenden finden in Kartoffeln verschiedene Stoffwechselprozesse statt, nämlich Atmung und daneben Zuckerbildung aus Stärke und der reversible Vorgang, wobei Zucker in Stärke rückverwandelt wird. Bei niederen Temperaturen tritt letzterer Vorgang stark zurück; daher werden bei 0° die Kartoffeln süss. Mit steigender Temperatur nimmt die Stärkerückbildung rasch zu, so dass der neu sich bildende Zucker energisch zurückverwandelt wird und kein solcher nachzuweisen ist. In süssen Kartoffeln wird z. B. bei 20° auch der aufgespeicherte Zucker in Stärke rückverwandelt; sie werden entsüsst.

Wie neuere gemeinschaftlich mit Dr. Schneider-Orelli ausgeführte Untersuchungen ergaben, erleiden bei Kartoffeln infolge einer kurzen Erwärmung (Warmbad) diese beiden Vorgänge, also Zuckerbildung und Rückverwandlung in Stärke eine dauernde Schwächung; dementsprechend wurden so behandelte süsse Kartoffeln nicht so schnell und so vollkommen entsüsst, und auch in nicht abgekühlten Knollen findet sich etwas Zucker, ein Verhalten, wie es sich beim Älterwerden der Kartoffeln, nach dem Austritt aus der Ruhe, auch von selbst einstellt. Ebenso nahm die Fähigkeit, die Reservestoffe zu fixieren, bei den Keimen von Maiglöckchen infolge eines Warmbades ab. Nicht eine vermehrte Bildung oder Tätigkeit zuckerbildender Enzyme, sondern die Schwächung der reversiblen Vorgänge scheint also die Ursache zu sein und voraussichtlich bei der Beendigung der Ruheperiode eine Hauptrolle zu spielen. Sowohl das Ätherisieren als auch das Warmbad beeinflussen den späteren Verlauf der Atmung und zwar konnte sowohl bei Kartoffeln als auch bei Maiblumenkeimen und Baumknospen z. B. nach einem 10–12stündigen Warmbad eine starke, jedoch nur 1—3 Tage währende und eine schwächere, jedoch lange andauernde Steigerung beobachtet werden, erstere als Wirkung eines starken vorübergehenden Reizes, letztere als Folge einer Schwächung der Protoplasten. Es erscheint denkbar, dass der ersterwähnte starke Reiz das Protoplasma aus dem stabilen Gleichgewicht bringt, während die weiteren Geschehnisse, wie die anhaltende Atmungssteigerung, die verminderte Fähigkeit der Zellen, Zucker aus nicht direkt verwertbaren Reservestoffen zu bilden, und die geschwächte Rückbildung von Zucker in solche Substanzen, sowie ähnliche, die Stickstoffverbindungen betreffende Änderungen entweder Folgen der ersteren Einwirkung oder ebenfalls direkte Folgen des Warmbades sind.

Für den Beginn der Ruhe im Herbst werden, so darf wohl angenommen werden, den besprochenen gerade entgegengesetzte Bedingungen massgebend

sein, wie zunehmendes Alter und daher verminderte assimilatorische Fähigkeit der Blätter, geringere Zufuhr mineralischer Nährstoffe, eine grosse Energie der noch jugendlichen, Reservestoffe speichernden Zellen, dementsprechend strenge Fixierung der organischen Stoffe, sowie allmähliche Abnahme der Temperatur und Lichtintensität. (Autoreferat.)

Die Diskussion wird von den Herren Professoren Schellenberg, Schröter und Baur und dem Vortragenden benutzt.

3. Ausstellung von Tafeln aus dem Werk von Carl Dietze: „Die Biologie der Eupithecien.“ 82 Tafeln in Farbenlichtdruck. Herr Prof. Dr. Standfuss hatte die Freundlichkeit, an Hand der ausgestellten Tafeln interessante Mitteilungen über diese Tiere zu machen:

Das Prachtwerk Karl Dietzes „Biologie der Eupithecien“ enthält auf Tafel 1—66 Abbildungen von Raupen in ihrer oft verblüffenden Vielgestaltigkeit, teils in natürlicher Grösse auf ihren Futterpflanzen meisterhaft dargestellt, teils vergrössert gegeben, um die charakteristische Zeichnung jeder Art für Bestimmungszwecke klar zur Anschauung zu bringen.

Tafeln 67 und 68 bieten eine Anzahl Puppen, deren Unterscheidungsmerkmale von Art zu Art neben der Farbe und Form namentlich in der Zahl, Stellung und charakteristischen Krümmung der Borsten am letzten Hinterleibssegment und in dem Bau des letzteren liegen.

Tafeln 69—80 zeigen in Lichtdruck die photographischen Aufnahmen von 900 verschiedenen Falter-Individuen, die gegen 200 Arten angehören mögen.

Tafeln 81 und 82 endlich bringen von ungefähr 70 Spezies kreisförmige Ausschnitte aus der Schale ihrer Eier in 170facher Vergrösserung. Sie lässt die wunderbare Skulptur auf deren Oberfläche klar erkennen. Die Abbildungen sind einer vorzüglichen Arbeit über die Eier der Eupithecien von M. Draudt (Königsberg) entnommen, welche dieser, von Dietze angeregt und mit natürlichem Material reichlich von ihm versorgt, in der Entomol. Zeitschrift „Iris“, Dresden 1909, veröffentlichte.

Dietze ist ein Menschenalter hindurch mit nie ermüdendem Eifer der Erforschung der Biologie dieser noch gegenwärtig in vollem Flusse der Umgestaltung sich befindenden und darum in besonderem Masse interessanten Gattung nachgegangen. Bis an die Grenzen des ewigen Schnees in den Schweizer- und Tiroler-Alpen einerseits, bis an den Saum der Sahara anderseits, erstreckten sich wieder und wieder seine oft genug überaus mühevollen Exkursionen. Von einer ganzen Anzahl Arten fand er die bisher vollkommen unbekannten Raupen und deren Futterpflanzen auf. Auch die Entdeckung einer ganz neuen Art der *Eupith. druentiata* Dietze von Digne (Dép. Basses-Alpes), auf Tafel 31 als Raupe an *Artemisia camphorata* Vill., an der sie lebt, wiedergegeben, verdanken wir seinem Forscherfleisse.

Mit der Ausarbeitung des Textes zu dieser bewunderungswürdigen Monographie ist der Autor zur Zeit noch eifrig beschäftigt. Er wird uns nicht nur eine in hohem Grade vollständige Übersicht über diese reizvolle und schwierige Gattung bringen, sondern zugleich auch neue und tiefe Einblicke in den Werdegang der Arten, also in eines der interessantesten und wichtigsten Probleme der Naturforschung. (Autoreferat.)

4. Folgende Herren werden einstimmig in die Gesellschaft aufgenommen:

Herr Werner Simon, stud. med., Schönberggasse 5, Zürich I, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. Hans Schinz.

„ Hans Walter, cand. phil., Weinplatz 3, Zürich I, empfohlen durch Herrn Dr. F. Schwarz.

„ Arthur Rohn, Professor an der Eidg. Technischen Hochschule, Blümlisalpstrasse 11, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Stodola.

„ Heinrich Müller, a. Chemiker, Susenbergstrasse 173, Zürich V, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. K. Täuber.

„ Otto Staedtner, stud. phil., Universitätsstrasse 18, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Prof. Dr. O. Schlaginhaufen.

„ Hans Steiner, cand. phil., Turnerstrasse 42, Zürich IV, empfohlen durch Herrn Dr. K. Bretscher.

5. Der Vorsitzende dankt den Vortragenden für ihre Ausführungen, sowie Herrn Prof. Jaccard für die Überlassung des Sitzungslokales und des Projektionsapparates.

Der Aktuar: Dr. E. Rübel.

Bibliotheksbericht von 1912.

Der Bibliothek sind vom 15. Dezember 1911 bis zum 15. Dezember 1912 nachstehende Schriften zugegangen:

A. Geschenke.

Von Herrn G. Claraz, Zürich:

Revue scientifique, Paris, 5e série, 1911, 2e sémestre, nos. 10, 14, 19—27; 1912, 1er sémestre, nos. 1—26; 2e sémestre, nos. 1—16.

Schweizer. Archiv für Volkskunde, Bd. XV, Heft 4.

Von der Verlagsbuchhandlung Engelmann, Leipzig:

(für den † Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Alb. v. Kœlliker, Würzburg)

Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XCIX, Heft 1—4; C, Heft 1—4; CI, Heft 1—4; CII, Heft 1—4.

Von † Herrn Prof. Dr. J. Heuscher, Zürich V:

Schweizer. Fischereizeitung 1911, Bd. XIX, No. 11—12; 1912, Bd. XX, No. 1—10.

Von Herrn Direktor Prof. Dr. H. Müller-Thurgau, Wädenswil:

Schutz der Rebe gegen die Ansteckung durch Plasmopara (Peronospora) viticola. 3. Mitteilung. SA. Frauenfeld 1911.

Bericht der Schweiz. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil 1909—10. SA. oO. 1912.

Von Herrn Dr. A. Grete, Vorstand der Schweizer. agrikulturchem. Anstalt, Zürich:

Düngungsversuche zur Ermittlung des Phosphorsäure- und Kalibedürfnisses von Wiesenböden (1. Mitteilung). SA. Bern 1911.

Vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig:

Prym, Friedr. u. Geo. Rost: Theorie der Prym'schen Funktionen erster Ordnung im Anschluss an die Schöpfungen Riemanns. Leipzig 1911.

Von Herrn Prof. Dr. A. Wolfer, Sternwarte, Zürich:

Astronom.-geodät. Arbeiten in der Schweiz, hgg. von der Schweizer. geodät Kommission (Internation. Erdmessung), Bd. XIII: Polhöhen und Schwerebestimmungen bis zum Jahre 1910. Zürich 1911.

Astronomische Mitteilungen No. 102. Zürich 1911.

Procès verbal, 58e séance, Commission géodésique suisse à Berne 1912. Neuchâtel 1912.

Von Herrn Prof. Dr. Ferd. Rudio, Zürich V:

Die zwei ersten Bände der Gesamtausgabe von Leonhard Eulers Werken. Von Ferd. Rudio. SA. Leipzig 1911.

Notizen zur schweizer. Kulturgeschichte. Von Ferd. Rudio u. Carl Schröter. No. 32—33. SA. Zürich 1912.

Amsler, Alfred u. Ferd. Rudio: Jakob Amsler-Laffon (Nekrolog) SA. Zürich 1912.

Zur Eulerausgabe: Die Dioptrik. Von Ferd. Rudio. SA. Leipzig 1912.

Mitteilungen über die Eulerausgabe. Von Ferd. Rudio. SA. Cambridge 1912.

Von Herrn Moriz Stieber, techn. Sekretär in Brünn:

Splitter aus der Werkstätte des Metalls. Wien 1911.

Von Herrn Prof. Pietro Sensini in Florenz:

Recensione del libro: Alla conquista dei poli vagabondi di G. Mignozzi-Bianchi. Estratto. Prato 1912.

Vom Ministère des travaux publics, Paris:

Etudes des Gites minéraux de la France. 6 volumes. Paris 1905—1911.

Von Herrn Dr. Gustav Eichhorn, Zürich:

Der heutige Stand der Radiotelegraphie und Radiotelephonie. SA. Zürich 1911.

Automatische Telephonie. SA. Zürich 1912.

Das Telegraphon. SA. Berlin, Wien 1912.

Von Herrn Prof. Dr. Arnold Lang, Zürich IV:

Agricultural Gazette of New South Wales, vol. XXII, 1911. Sidney 1911.

Von Herrn Dr. Eberhard Ackerknecht, Tierarzneischule, Zürich:

Beiträge zur Kenntnis des Markes der Röhrenknochen beim Pferde. SA. Berlin 1912.

Ein eigenartiges Organ im Mundhöhlenboden der Säugetiere. SA. Jena 1912.

Von Herrn Prof. Dr. Otto Schlaginhaufen, Zürich IV:

Beobachtungsblatt und Anleitung zur Aufnahme von Hand- und Fussabdrücken. SA. Braunschweig 1912.

Von Herrn Herb. Seeber, Monbijou, Bern:

Beiträge zur Geologie der Faulhorngruppe (westlicher Teil) und der Männlichengruppe. Diss. Bern 1911.

Von Herrn G. Severin, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, Rue Vautier 31, Bruxelles:

Ier Congrès international d'Entomologie, Bruxelles 1910. Vol. I.: Historique et Procès verbaux. II.: Mémoires. Bruxelles 1912.

Von Herrn Prof. Dr. Paul Dutoit, Laboratoires de chimie, physique et d'électrochimie, Université de Lausanne:

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et technologie. Vol. I, 1910. Paris 1912.

Von Herrn Dr. med. H. Bluntschli, Zürich IV:

Gesammelte Abhandlungen von Carl Gegenbauer. Hgg. v. M. Fürbringer und Hans Bluntschli. 3 Bände. Leipzig 1912.

Von Herrn Dr. Ed. Rübel, Zürich IV:

Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. SA. Leipzig 1911—12.

Von Herrn Pfarrer Bölsterli in Rüschlikon:

A. Kenngott: Lehrbuch der Mineralogie. Darmstadt 1857.

C. Ph. Funke: Naturgeschichte und Technologie für Lehrer und Schüler und für Liebhaber dieser Wissenschaften. Bd. I. 2. * Aufl. Braunschweig 179

Von Herrn Dr. Sergio Sergi, Via Collegio Romana 26, Rom:

Crania habessinica contributo all' antropologia dell' Africa orientale. Memoria pubblicata a cura della Virchow-Stiftung di Berlino. Roma 1912.

Von Herrn Dr. H. Brockmann-Jerosch, Zürich V:

Die Einteilung von Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. Leipzig 1912.

Von Herrn Rob. Schwinner in Ottenschlag (Österreich):

Der M[te] Spinale bei Campiglio und andere Bergstürze in den Südalpen. SA. Wien 1912.

Von Herrn Dr. Wilh. v. Muralt, Zürich:

27 Druckschriften, hauptsächlich balneologischen Inhalts (Separatabzüge etc.). von Dr. Ad. von Planta-Reichenau, aus dessen Nachlass.

Von den Erben des Herrn Th. Durand, Direktor des botanischen Gartens in Brüssel:

Durand, Th. u. Hans Schinz: Conspectus florae africae ou énumération des plantes d'Afrique. Vol. I, 2[e] partie; vol. V. Bruxelles 1895, 1898.

B. Im Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

a) Schweiz.

Aarau. Aargauische naturforsch. Gesellschaft, Mitteilungen, Heft XII = 100jähr. Festschrift, 1911.

Basel. Naturforsch. Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. XVIII, Heft 1—2; XIX, Heft 1; XX, Heft 1; XXII.

Bern. Schweiz. naturforsch. Gesellschaft, Verhandlungen No. 94, 1911, Bd. I—II: Geologische Kommission: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, neue Folge, Lfg. XXXI—XXXII, XXXVI—XXXIX; Karte der Schweiz 1 : 500 000 mit Erläuterung (No. 11); Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie, Spezialkarte No. 65, 68.

Bern. Eidgen. Oberbauinspektorat, hydrometrische Abteilung, Schweizer. hydrometrische Beobachtungen, Hauptergebnisse 1908, 1909; Graphische Darstellung der schweizer. hydrometr. Beobachtungen 1910; Wasserverhältnisse der Schweiz, Reussgebiet von den Quellen bis zur Aare, Teil II, 1. Hälfte.

Bern. Naturforschende Gesellschaft Bern, Mitteilungen 1911.

Bern (Zürich). Schweizer. botanische Gesellschaft, Berichte, Heft XX; Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Bd. IV, Heft 1.

Chur. Naturforsch. Gesellschaft Graubündens, Jahresbericht, n. F., Bd. LIII, 1910—1912.

Fribourg. Société fribourg. des Sciences naturelles, Comptes-rendus 1910—11; Bulletin, vol. XIX, 1910—1911.

Genève. Société de physique et d'histoire naturelle, Mémoires, vol. XXXVII, fasc. 3; Compte-rendu des séances, fasc. XXVIII, 1911.

Lausanne. Société vaudoise des Sciences naturelles, Bulletin, 5[e] série, t. XLVII, No. 174; XLVIII, No. 175—176.

Liestal. Naturforsch. Gesellschaft Baselland, Tätigkeitsbericht 1907—1911.

Lugano. Società ticinese di Scienze naturali, Bollettino, anno VII.

Luzern. Naturforsch. Gesellschaft, Mitteilungen, Heft VI, 1911, mit Beilage.

Neuchâtel. Société neuchâteloise des Sciences naturelles, Bulletin, t. XXXVIII, 1910—11.

Neuchâtel. Commission géodésique suisse, Procès verbal, Séance LVIII, Berne 1912.
St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft, Jahrbuch 1911.
Schaffhausen. Schweizerische entomologische Gesellschaft. Mitteilungen, Bd. XII. Heft 3.
Sion. Société valaisanne des Sciences naturelles, Bulletin de la Murithienne, fasc. XXXVI, 1909—1910.
Solothurn. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen, Heft IV (= XVI. Bericht). 1907—1911.
Winterthur. Stadtbibliothek, Neujahrsblatt 1912.
Zürich. Schweizer. Ingenieur- und Architektenverein, Schweizer. Bauzeitung 1911, Bd. LVIII, No. 22—27; 1912, Bd. LIX, No. 1-26; Bd. LX, No. 1—19.
Zürich. Zuwachsverzeichnis der zürcher. Bibliotheken, Jahrgang XV, 1911, No. 2—4.
Zürich. Stadtbibliothek, Jahresbericht für 1911.
Zürich. Schweizer. meteorologische Zentralanstalt, Annalen 1910.
Zürich. Museumsgesellschaft, Jahresbericht 1911.
Zürich. Zürcher botan. Gesellschaft, Bericht XI, 1907—1911.
Zürich. Zentralkatalog, Jahresbericht XIII, 1911.
Zürich. Schweizer. Landesmuseum, Jahresbericht XX, 1911.

b) Deutschland.

Bayreuth. Naturwissensch. Gesellschaft, Bericht I, 1911.
Berlin. Deutsche chemische Gesellschaft, Berichte, Jahrgg. XLIV, No. 16—19; XLV, No. 1—13.
Berlin. Gesellschaft naturforschender Freunde, Sitzungsberichte 1911, No. 8—10; 1912, No. 1—6.
Berlin. Deutsche geolog. Gesellschaft, Zeitschrift: A. Abhandlungen, Bd. LXIII, Heft 3—4; LXIV, Heft 1—3; B. Monatsberichte 1911, No. 7—12; 1912, No. 1—6.
Berlin. Kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte 1911, No. 39—53; 1912, No. 1—38.
Berlin. K. preussische geologische Landesanstalt, Jahrbuch 1908, Bd. XXIX, Teil 2; 1909, Bd. XXX, Teil 1; 1911, Bd. XXII, Teil 1, Heft 1—2.
Berlin. K. preuss. meteorolog. Institut, Veröffentlichungen: Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen 2. u. 3. Ordnung, 1908; Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen 1910; Bericht über die Tätigkeit 1911; Abhandlungen, Bd. IV, No. 5; Regenkarte der Provinz Westpreussen u. Posen; Schlesien; Internation. meteorolog. Kodex 1911, 2. Auflage.
Berlin. Preuss. Landesanstalt für Gewässerkunde, Jahrbuch: Abflussjahr 1910, Allgemeiner Teil und Heft 1—6.
Bielefeld. Naturwissenschaftl. Verein Bielefeld u. Umgegend, Bericht 1909—1910.
Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westphalens, Verhandlungen, Jahrgang LXVII, 1910, 2. Hälfte; LXVIII, 1911, 1. Hälfte; Sitzungsberichte 1910, II; 1911, I.
Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein, Abhandlungen, Bd. XXI, Heft 1.
Bremen. Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1911.
Bremerhaven-Geestemünde. Verein für Naturkunde an der Unterweser, Aus der Heimat — Für die Heimat, n. Folge, Heft 2.
Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur, Jahresbericht. Bd. LXXXVIII, 1910, Teil 1—2; LXXXIX, 1911, Teil 1—2.

Chemnitz. Naturwissenschaftl. Gesellschaft, Bericht, Bd. XVIII, 1909—1911.
Darmstadt. Verein für Erdkunde und geologische Landesanstalt, Notizblatt. 4. Folge, Heft 32, 1911.
Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis", Sitzungsberichte und Abhandlungen 1911, Juli-Dezember.
Dresden. „Flora", kgl. sächs. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau, Sitzungsberichte und Abhandlungen, n. Folge, Bd. XVI, 1911—1912.
Dürkheim. „Polichia", Naturwissensch. Verein, Mitteilungen, No. 25, Jahrgang LXVI, 1909; No. 26, Jahrgg. LXVII, 1910.
Elberfeld. Naturwissensch. Verein, Jahresbericht, Heft XIII.
Erlangen. Physikal.-medizinische Societät, Sitzungsberichte, Bd. XLIII, 1911.
Frankfurt a. M. Senckenberg'sche naturforschende Gesellschaft, Abhandlungen, Bd. XXIX, Heft 4; XXXIII, Heft 4; XXXIV, Heft 1—2; Bericht, Bd. XLII, 1911, Heft 1—4.
Frankfurt a. M. Physikalischer Verein, Jahresbericht 1910—1911.
Freiburg i. B. Naturforsch. Gesellschaft, Berichte, Bd. XIX, Heft 1—2.
Giessen. Oberhess. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Bericht, naturwissenschaftl. Abt., Bd. IV; medizin. Abt., Bd. VI.
Göttingen. K. Gesellschaft der Wissenschaften, Nachrichten, mathemat.-naturwissenschaftliche Klasse, 1911, Heft 4—5; 1912, Heft 1—6; Geschäftliche Mitteilungen 1911, Heft 2; 1912, Heft 1.
Halle. Kaiserl. Leopoldinisch-Carolin. deutsche Akademie der Naturforscher, Leopoldina, Heft XLVII, No. 11—12; XLVIII, No. 1—10; Nova Acta, Bd. 94, 95.
Heidelberg. Naturhistor.-medizin. Verein, Verhandlungen, neue Folge, Bd. XI, No. 3—4.
Heidelberg. Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Abhandlungen, Bd. I, 1910; Sitzungsberichte 1909, Heft 1—6; 1910, Heft 1—32; 1911, Heft 1—38.
Hirschberg i. Schl. Deutscher und österreichischer Riesengebirgs-Verein, Der Wanderer im Riesengebirge, No. 347, 350—361.
Karlsruhe. Grossherzogl. Sternwarte zu Heidelberg, Veröffentlichungen, Bd. VI, No. 3—7.
Karlsruhe. Kaiserl. Universitäts-Sternwarte in Strassburg, Annalen: Beilage.
Karlsruhe. Naturwissenschaftlicher Verein, Verhandlungen, Bd. XXIV, 1910-1911.
Kassel. Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde, Jahresbericht, No. 9—29, 1893—1911.
Kiel. Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere und der biologischen Anstalt auf Helgoland, Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abteil. Helgoland, neue Folge, Bd. V, Heft 3; Abteil. Kiel, neue Folge, Bd. XIV.
Königsberg. Physikal.-ökonom. Gesellschaft, Schriften, Bd. LII, 1911.
Leipzig. Kgl. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, mathemat.-physikal. Klasse, Abhandlungen, Bd. XXXII, No. 3—5; Berichte über die Verhandlungen 1911, No. 4—9; 1912, No. 1—2.
Leipzig. Naturforsch. Gesellschaft, Sitzungsberichte, Jahrgg. XXXVII, 1910.
Leipzig. Gesellschaft für Erdkunde, Mitteilungen 1911.
Magdeburg. Städt. Museum für Natur- u. Heimatkunde u. naturwissenschaftl. Verein, Abhandlungen und Berichte, Bd. II, Heft 2—3.
Meissen. Naturwissenschaftl. Gesellschaft „Isis", Mitteilungen 1911—1912.

München. Bayer. botan. Gesellschaft, Berichte, Bd. XIII, 1912; Mitteilungen, Bd. II, No. 22–23.

München. K. bayer. Akademie der Wissenschaften, mathemat.-naturwiss. Klasse, Abhandlung., Bd. XXV, No. 6—8; Suppl.-Bd. II, No. 5—7; Sitzungsberichte 1911, Heft 1—3; 1912, Heft 1; Veröffentlichungen des erdmagnet. Observatoriums bei der Sternwarte, Heft 3.

München. Gesellschaft für Morphologie und Physiologie, Sitzungsberichte, Bd. XXVII, 1911.

München. Ornithologische Gesellschaft in Bayern, Verhandlungen, Bd. XI, Heft 1.

München. Hydrotechnisches Bureau, Abteilung der obersten Baubehörde, Jahrbuch (zugleich Jahresbericht) 1910, Heft 2 u. Beilage; 1911, Heft 1.

Münster. Westfäl. Provinzialverein für Wissenschaft und Kunst, Jahresbericht, Bd. XXXIX, 1910—1911.

Mulhouse. Société industrielle, Jahresbericht 1911; Bulletin 1910, Dezember; 1911, Januar-Juli, Oktober; Preisaufgaben für 1913.

Nürnberg. Naturhistor. Gesellschaft, Abhandlungen, Bd. XVIII, Heft 2; XIX, Heft 1—3; Jahresbericht (bezw. Mitteilungen) 1908, Bd. II, No. 2—5; 1909, Bd. III, No. 1.

Offenbach. Verein für Naturkunde, Bericht 51—53, 1909—1912.

Passau. Naturwissenschaftl. Verein, Bericht, Bd. XXI, 1908—1911.

Posen. Naturwissenschaftlicher Verein der Provinz Posen (Deutsche Gesellschaft für Kunst und Wissenschaft), Zeitschrift der botanischen Abt., Jahrgg. XIX, Heft 1–3.

Potsdam. Astrophysikalisches Observatorium, Publikationen No. 64—65 und Beilage: Schwarzschild.

Regensburg. Naturwissenschaftl. Verein, Berichte: Beilage.

Regensburg. K. botan. Gesellschaft, Denkschriften, n. Folge, Bd. V.

Rostock. Naturforschende Gesellschaft, Sitzungsberichte und Abhandlungen, neue Folge, Bd. III.

Stettin. Entomologischer Verein, Entomologische Zeitung, Jahrgg. LXXIII, Heft 1.

Strassburg. Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass, Monatsbericht, Bd. XLV, No. 3—5; XLVI, No. 1—3.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde, Jahreshefte, Jahrg. LXVIII, und 2 Beilagen.

Thorn. Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst, Mitteilungen, Heft 19.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde, Jahrbücher, Jahrgg. LXIV, 1911; LXV, 1912.

Würzburg. Physikal.-medizin. Gesellschaft, Sitzungsberichte 1911, No. 3—9.

Zwickau. Verein für Naturkunde, Jahresbericht 40—41 (1910—1911) = Festschrift 1862–1912.

c) Österreich.

Agram. Societas historico-naturalis croatica, Glasnik, Godina XXII, No. 1—2; XXIII, No. 1—4; XXIV, No. 1—3.

Bielitz-Biala. Beskiden-Verein, Mitteilungen, Jahrgg. VIII, No. 6; IX, No. 1–5.

Brünn. Naturforsch. Verein, Verhandlungen, Bd. XLIX, 1910, und Beilage.

Brünn. Mährische Museumsgesellschaft, Mährisches Landesmuseum, Zeitschrift, Bd. XII, Heft 1—2.

Graz. Naturwissenschaftl Verein für Steiermark, Mitteilungen, Bd. XLVIII, 1911.

Klagenfurt. Naturhistor. Landesmuseum von Kärnten, Carinthia. 1911, No. 5–6; 1912, No. 1—3.

Klausenburg. Medizin.-naturwissensch. Sektion des siebenbürg. Musealvereins, Mitteilungen aus der mineralog.-geolog. Sammlung des siebenbürg. National-museums 1911, Bd. I, No. 1.

Krakau. Akademie der Wissenschaften, Anzeiger 1911, No. 8 A und B; 9 A u. B; 10 A u. B; 1912, No. 1 A u. B; 2 A u. B; 3 A u. B; 4 A; 5 B; 6 A u. B; 7 A.

Linz. Museum Francisco-Carolinum, Jahresbericht, Bd. LXIX, LXX, mit Beiträgen zur Landeskunde in Österreich ob der Enns, Lfg. LXIII—LXIV.

Lwow. (Léopol, Galizien). Société polonaise pour l'avancement des sciences, Bulletin, No. XI, 1911.

Prag. K. böhm. Franz-Josef Akademie der Wissenschaften, Literatur u. Kunst, Rozpravy, Trida II, Rocnik XX, 1911, und Beilage; Bulletin internation., sciences mathémat. et naturelles, année XVI, 1911.

Prag. Deutscher polytechnischer Verein in Böhmen, Technische Blätter, Jahrgang XLIII, 1911, Heft 3—4; XLIV, 1912, Heft 1.

Rovereto. J. R. Accademia di scienze, lettere ed arti degli Agiati, Atti. Seria III, vol. XVII, fasc. 3—4; XVIII, fasc. 1—2.

Trient. Tridentum, Rivista mensile, anno XIII, fasc. 10; XIV, fasc. 1—4.

Wien. K. K. geolog. Reichsanstalt, Abhandlungen, Bd. XX, Heft 4—5; Jahrbuch 1911, Bd. LXI, Heft 3–4; 1912, Bd. LXII, Heft 1—2; Verhandlungen 1911, No. 12—18; 1912, No. 1—10.

Wien. K. K. Universitäts-Sternwarte, Annalen, Bd. XXI—XXII.

Wien. Österr. Touristen-Klub, Sektion für Naturkunde, Mitteilungen, Jahrgang XXIII.

Wien. Zoolog.-botan. Gesellschaft, Verhandlungen, Bd. LXI, 1911, No. 1—10.

Wien. Bosnisch-herzegowin. Landesmuseum in Serajewo, Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien und Herzegowina, Bd. XII.

Wien. Verein für Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Schriften, Bd. LII, 1911—1912.

Wien. K. K. Naturhistorisches Hofmuseum, Annalen, Bd. XXV, No. 1—4; XXVI, No. 1—2.

Wien. Naturwissenschaftlicher Verein an der Universität, Mitteilungen 1911, No. 1—8.

Wien. Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, mathemat.-naturwissenschaftliche Klasse, Sitzungsberichte, Abt. I, 1911, Bd. CXX, Heft 5—10; 1912, Bd. CXXI, Heft 1—5; Abt. IIa, 1911, Bd. CXX, Heft 5—10; 1912, Bd. CXXI, Heft 1–5; Abt. IIb, 1911, Bd. CXX, No. 4—10; 1912, Bd. CXXI, No. 1—4; Abt. III, 1911, Bd. CXX, No. 4—10; 1912, Bd. CXXI, No. 1—3; Register zu Bd. CXI bis CXV, No. 16—17; Mitteilungen der Erdbeben-Kommission, No. 40—44.

d) Ungarn.

Budapest. Ungarische geologische Gesellschaft, Zeitschrift, Bd XLI No. 9—12; XLII, No. 1—6.

Budapest. Regia Societas scientarum natural. hungarica, Mathemat. u. naturwissenschaftl. Berichte aus Ungarn, Bd. XXIV, pag. 1—272; Aquila, Bd. XVII bis XVIII, 1910–1911, und Beilage.

Budapest. Kgl. ungar. geolog. Reichsanstalt. Jahresbericht 1908, 1909; Mitteilungen aus dem Jahrbuch, Bd. XVIII, Heft 2—4; XIX, Heft 2—4.

Budapest. Musei nationalis hungarici, Annales historico-naturales, vol. IX, 1911, part. 2; X, 1912, part. 1.

e) Holland, Luxemburg.

Amsterdam. K. Akademie van Wetenschappen, Proceedings, vol. XIV, part 1—2; Jaarboek 1911; Verslag, Deel XX, No. 1—2; Verhandelingen, 1. Sectie, Deel XI, No. 3—4; 2. Sectie, Deel XII, No. 1.

Amsterdam. Wiskundig Genootschap, nieuw Archief, 2. Reeks, Deel X, No. 1; Wiskundige Opgaven met de Oplossingen, nieuwe Reeks, Deel XI, No. 1—3; Register zu 1875—1910.

Amsterdam. Société mathématique, Revue sémestrielle des publications mathématiques, tome XX, part. 1—2.

La Haye. Société hollandaise des Sciences à Harlem, Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, série III, tome I, livr. 3—4.

Luxembourg. Société des Naturalistes luxembourgeois, Bulletin mensuel, n. série, année III, 1909; IV, 1910.

Nijmegen. Nederlandsche botanische Vereeniging, Recueil des travaux botaniques, vol. VIII, livr. 3—4; IX, No. 1—2.

Utrecht. K. nederlandsch meteorolog. Instituut, Meteorolog. Jaarbœk voor 1910, A u. B; Mededeelingen en Verhandelingen No. 12, 13a—c, 14; Recherches astronomiques, vol. IV—V.

Utrecht. Nederlandsche Vereeniging voor Weer- en Sterrenkunde, Hemel en Dampkring, Jahrgang IX, 1911—1912, Lfg. 7—11 u. Beilage, 12; X, 1912, Lfg. 1—6.

f) Dänemark, Schweden, Norwegen.

Bergen. Bergens Museum, Aarbok 1911, Heft 3; Aarsberetning 1911.

Christiania. Physiografiska Forening, Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. XLIX, No. 2—4; L, No. 1.

Christiania. Videnskabs Selskabet, Forhandlingar 1911; Skrifter, mathemat.-naturwissenschaftl. Klasse 1911, Bd. I—II.

Kjobnhavn. Danske Videnskabernes Selskabs, Forhandlingar, Oversigt 1911, No. 4—6; 1912, No. 1—3; Beilage: Beretning, Matematikerkongress Kopenhagen 1911.

Lund. Acta Universitatis Lundensis, Arskrift, neue Folge, Abt. II, Bd. VII, 1911.

Stavanger. Stavanger Museum, Aarsheft 1911, Jahrgg. XXII.

Stockholm. Académie royale des sciences de Suède, Observations méteorologiques, vol. LII, 1910, et appendix; LIII, 1911; Arsbok 1911; Handlingar, Bd. XLVI, No. 4—11; XLVII, No. 1—11; XLVIII, No. 1—2, 4—7; Arkiv: Mathematik, Astronomie und Physik, Bd. VI, No. 4; VII, No. 1—4; Kemi, Mineralogi und Geologi, Bd. IV, No. 2—3; Botanik, Bd. X, No. 2—4; XI, No. 1—3 Zoologi, Bd. VII, No. 2—3; Prix Nobel 1909—1910.

Stockholm. Sveriges geologiska Undersökning, Arsbok 1910.

Stockholm. Kgl. forstliche Versuchsanstalt, Meddelanden, Heft 8.

Stockholm. Svenska botaniska Föreningen, Svensk botanisk Tidskrift. Bd. V. 1911, No. 3—4; VI, 1912, No. 1.

Tromsö. Tromsö Museum, Aarsberetning 1910; Aarshefter, Bd. XXXIII, 1910.

Trondjem. K. Norske Videnskabers Selskabs, Skrifter 1910, 1911; Register zu 1760—1910.

Upsala. Universität, Universitets mineralogisk-geologiska Institut, Aarskrift 1911, Bd. I—II; Bulletin, geolog. Institution, vol. XI; Bibliothek: Linnéskrifter, Abt. I., Bd. VI.

g) Frankreich.

Angers. Société d'études scientifiques, Bulletin, nouv. série, tome XL, 1910.
Autun. Société d'histoire naturelle, Bulletin, vol. XXIII, 1910; XXIV, 1911.
Besançon. Société d'émulation du Doubs, Mémoires, 8e série, tome V, 1910.
Bordeaux. Société des Sciences physiques et naturelles, Procès-verbaux 1910/11, und Beilage.
Bordeaux. Société Linnéenne, Actes, 7e série, tome LXIV, 1910; LXV, 1911.
Bourg. Société des Naturalistes de l'Ain, Bulletin, No. 29.
Charleville. Société d'histoire naturelle des Ardennes, Bulletin, année XVI, 1909.
Cherbourg. Société nationale des Sciences natur. et mathémat., Mémoires, tome XXXVII, 1908—1910.
Clermont-Ferrand. Société des Amis de l'Université de Clermont, Revue d'Auvergne 1911, vol. XXVIII, Janvier-Décembre; 1912, vol. XXIX, Janvier-Mars.
Grenoble. Université, Annales, tome XXIII, No. 2—3; XXIV, No. 1—2.
La Rochelle. Société des Sciences naturelles de la Charente inférieure, Académie de La Rochelle, Annales 1893, 1897—1898, 1900—1911 (Flore de la France, tome I, IV—XIII).
Lille. Société géologique du Nord, Annales, vol. XXXIX, 1910; XL, 1911.
Lyon. Société d'Agriculture, Sciences et Industrie, Annales 1910.
Lyon. Société botanique, Annales, tome XXXV, 1910; XXXVI, 1911.
Lyon. Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts, Mémoires (Sciences et Lettres), 3e série, tome XII, 1912.
Marseille. Faculté des Sciences, Annales, tome XVIII, fasc. 1—13; XX, et supplément.
Montbéliard. Société d'émulation, Mémoires, vol. XL, 1911.
Montpellier. Académie des Sciences et Lettres, Mémoires de la Section de médecine, 2e série, tome II, No. 4; Section des sciences, 2e série, tome IV, No. 3; Bulletin mensuel 1911, No. 9—12; 1912, No. 1—7.
Nancy. Société des Sciences, Bulletin des séances, 3e série, tome XII, fasc. 1—4; XIII, fasc. 1.
Nantes. Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France, Bulletin, 2e série, vol. X, 1910, No. 3—4; 3e série, 1911, vol. I, No. 1—3.
Niort. Société de vulgarisation des Sciences natur. des Deux-Sèvres, Mémoires, vol. II, 1910.
Paris. Société mathématique de France, Bulletin, tome XXXIX, fasc. 4; XL, fasc. 1—3.
Paris. Société des Jeunes Naturalistes, „La Feuille", 5e série, année XLII, No. 493—503.
Paris. Société de biologie, Comptes-rendus 1911, tome LXXI, No. 31—37; 1912, LXXII, No. 1-27; LXXIII, No. 28—30.
Paris. Société géologique de France, Bulletin, 4e série, tome X, No. 7—8; XI, No. 1—2.
Paris. Comité internat. des poids et mesures, Procès-verbaux, 2e série, t. VI, 1911.
Paris. Société scientifique de la France et de la Belgique, Bulletin scientifique, 7e série, tome XLV, fasc. 2—4; XLVI, fasc. 1—3.
Paris. Société philomatique, Bulletin, 10e série, tome II, No. 2—6; IV, No. 1—2.
Rennes. Revue bretonne de botanique pure et appliquée, vol. VI, 1911, No. 4; VII, 1912, No. 1—3.
Toulouse. Faculté des Sciences, Annales de l'Université, 3e série, t. II, 1910, No. 1—4.

Toulouse. Société d'histoire naturelle, Bulletin, tome XLI, 1908, No. 3—4; XLII, 1909, No. 1—3; XLIII, 1910, No. 1—4; XLIV, 1911, No. 1—4; XLV, 1912, No. 1.

h) Belgien.

Anvers. Société royale de géographie, Bulletin, tome XXXIV, No. 3—4.

Bruxelles. Académie royale de Belgique, Annuaire 1912; Bulletin de la Classe des sciences 1911, No. 9—12; 1912, No. 1—7.

Bruxelles. Société belge de géologie, Mémoires, année XXV, 1911, No. 1—4 (Schluss); Procès-verbal, année XXV, 1911, No. 6—10; Nouveau Mémoires, série in 4°, 1911, No. 4.

Bruxelles. Observatoire royal de Belgique, Annuaire météorologique 1912, und Beilage; Annales astronomiques, nouv. série, tome V, fasc. 2—3; VI—VII; X; XI, fasc. 1—2; XII, fasc. 1—2; XIII, fasc. 1; Annales, physique du globe, nouv. série, tome IV, fasc. 1—2; V, fasc. 1—2; Annales météorologiques, nouv. série, tome II—IV; XI—XII (Climatologie, années 1883—1890); XVI (années 1895—1898); Annales: Bulletin climatologique 1895—1898; Beilage: Catalogue des livres, brochures et cartes, livr. 3.

Bruxelles. Société royale zoologique et malacologique, Annales, t. XLVI, 1911.

Bruxelles. Société entomologique de Belgique, Annales, tome LV; Mémoires, vol. XIX.

Bruxelles. Société royale de botanique, Bulletin, 1911, No. 1—4, und Beilage: Actes du III[e] Congrès internat. de botanique, Bruxelles 1910, vol. I—II.

Gent. Vlaamsch natuur-en geneeskundig Congres, Handelingen, Bd. XIV, Teil 1—3; XV.

i) Grossbritannien und Irland.

Belfast. Natural history and philosophical Society, Report and Proceedings 1910—1911.

Bristol. Naturalist's Society, Proceedings, 4. series, vol. II, part 3; III, part 1.

Cambridge. Philosophical Society, Proceedings, vol. XVI, part 3—8; Transactions, vol. XXI, No. 17—18; XXII, No. 1.

Dublin. Royal Irish Academy, Proceedings, Section B, vol. XXIX, No. 7—9; XXX, No. 1—2; vol. XXXI, part 2, 10—13, 16—20, 23—24, 26—31, 35—36, 40—41, 43—44, 46, 53, 56—60, 63.

Dublin. Royal Academy of Medecine, Transactions, vol. XXX.

Dublin. Royal Dublin Society, Scientific Proceedings, new series, vol. XIII, No. 10, 12—23.

Edinburgh. Royal Scottish geographical Society, Magazine, vol. XXVII, No 12; XXVIII, 1—11.

Edinburgh. Royal Society, Proceedings, vol. XXXI, part 5; XXXII, part 1—4; Transactions, vol. XLVIII, part 1.

Edinburgh. Mathematical Society, Proceedings, vol. XXX, 1911—1912; Mathematical Notes, No. 8—10.

Edinburgh. Royal Physical Society, Proceedings, vol. XVIII, No. 4.

Edinburgh. Royal botanic Garden, Notes, No. 1—20, 22, 32.

Edinburgh. Botanical Society, Transactions and Proceed., vol. XXIV, part 2—3.

Glasgow. Natural History Society, Glasgow Naturalist, vol. III, No. 1—4; IV, No. 1—2.

London. Royal Geographical Society, Geographical Journal, vol. XXXVIII, No. 6; XXXIX, No. 1—6; XL, No. 1—5.

London. Mathematical Society, Proceedings, Series II, vol. X, part 5—6; XI, part 1—5.

London. Royal microscopical Society, Journal 1911, part 6; 1912, part 1—5.

London. Royal Society, Proceedings, series A: Mathematical and physical Sciences, No. A, vol. LXXXV, No. 582; LXXXVI, No. 583—591; LXXXVII, No. 592—597; series B: Biological Sciences, No. B, vol. LXXXIV, No. 572 bis 575; LXXXV, No. 576—583.

London. Zoological Society, Proceedings 1911, part 4; 1912, part 1—2; Transactions, vol. XX, part 1—3.

London. Linnean Society, Journal: Botany, vol. XXXIX, No. 274; XL, No. 276 bis 278; XLI, No. 279; Zoology, vol. XXXI, No. 208; XXXII, No. 213; Proceedings, Session CXXIV, 1911—1912.

London. His Majestys Astronomer of Cape of Good Hope, Report 1911.

London. British Association for the Advancement of Sciences, Report, vol. LXXXI, 1911.

Manchester. Literary and philosophical Society, Memoirs and Proceedings, vol. LV, part 3; LVI, part 1—2.

k) Italien.

Catania. Accademia Gioenia di scienze naturali, Atti, 5. seria, vol. IV, 1911; Bollettino delle sedute, n. seria, 1911/12, No. 19—23.

Firenze. R. Stazione de Entomologia Agraria, Redia, Giornale di Entomologia, vol. VII, fasc. 2; VIII, fasc. 1.

Genova. Società Ligustica di scienze naturali e geographica, Atti, vol. XXI, No. 4; XXII, No. 1—3.

Milano. Società italiana di scienze naturali e del Museo Civico, Atti, vol. L, 1911, fasc. 2—4; LI, 1912, fasc. 1—2.

Milano. Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere, Memorie, vol. XXI, fasc. 5; Rendiconti, seria II, vol. XLIII, fasc. 17—20; XLIV, fasc. 1—14.

Modena. Società dei Naturalisti e Matematici, Atti, seria IV, vol. XIII, 1911.

Napoli. Accademia delle scienze fisiche e mathematiche, Rendiconti, seria III, vol. XVII, No. 5—12; XVIII, No. 1—9.

Napoli. R. Scuola superiore di Agricoltura in Portici, Annali, seria II, vol. IX.

Napoli. Rivista tecnica e coloniale di Scienze applicate, Bollettino di merceologia, anno I, No. 9—11; II, No. 1—9.

Padova. Accademia Scientifica Veneto-Trentina-Istriana, Atti, 3. seria, anno IV, fasc. 1—2.

Palermo. Circolo matematico. Rendiconti, tomo XXXII, 1911, fasc. 3; XXXIII, fasc. 1—3; XXXIV, 1912, fasc. 1—2; Supplemento, vol. VI, No. 6; VII, No. 1—4; Anuario 1912.

Pisa. Società Toscana di scienze naturali, Atti: Memorie, vol. XXVII; Atti: Processi verbali, vol. XX, No. 4—5; XXI, No. 1—2.

Portici. Laboratorio di Zoologia generale e agraria, Bollettino, vol. VI.

Roma. R. Accademia dei Lincei, Atti, 5. seria, vol. XX, 2. semestre, No. 9—12; XXI, 1. semestre, No. 1—12; 2. semestre, No. 1—7; Rendiconto, anno CCCIX, 1912, vol. II.

Roma. Società Romana di Antropologia, Rivista (Atti), vol. XVI, No. 2—4.

Roma. Comitato geologico d'Italia, Bollettino, 5. seria, vol. XLII, No. 2—4.

Roma. Società Zoologica Italiana, Bollettino, seria II, vol. XII, fasc. 5—12; seria III, vol. I, fasc. 1—8.

Roma. Società geologica italiana, Bollettino, vol. XXX, fasc. 3—4; XXXI, fasc. 1—2.

Torino. R. Accademia delle scienze, Atti, vol. XLVI, No. 9—15; XLVII, No. 1—7; Memorie, 2. seria, tomo LXI, und Beilage.

Torino. R. Accademia d'Agricoltura, Annali, vol. LIV, 1911.

l) Spanien, Portugal.

Coimbra. Universidade, Texeira: Obras sobre mathematica, vol. V, 1909.

Lisboa. Sociedade de geographia, Boletin, seria 29, 1911, No. 9—12; seria 30, 1912, No. 1—7.

Lisboa. Direcção do serviço geologico, Communicacões, t. VIII, und Beilagen.

Porto. Accademia Polytechnica, Annaes scientificos, vol. VI, No. 3-4; VII, No. 1-2.

Zaragoza. Sociedad Aragonesa de Ciencias naturales, Boletin, tomo X, No. 11 bis 12; XI, No. 1—6.

m) Russland, Rumänien.

Dorpat. Naturforscher-Gesellschaft der Universität, Schriften, Bd. XX; Sitzungsberichte, Bd. XX, No. 1—4.

Helsingfors. Societas pro Fauna et Flora fennica, Meddelanden, Heft 36—37, 1909—1911; Acta, vol. XXXIII—XXXV.

Helsingfors. Finska Vetenskaps-Societeten, Bidrag, Bd. LXIX; LXXI, No. 1—2; LXXVIII, No. 2; Meteorolog. Jahrbuch, Bd. V, 1905; VI, 1906; X, Teil 2, 1910, und Beilage.

Helsingfors. Societatis scientarum fennica, Acta, vol. XXXVIII, No. 4—5; XL, No. 6; XLI, No. 2—7; Index zu 1838—1910.

Helsingfors. Commission géologique, Bulletin, No. 24—30.

Jassy. Université, Annales scientifiques, tome VII, fasc. 2—3.

Kiew. Société des Naturalistes, Mémoires, vol. XXII, No. 1.

Moscou. Société Impériale des Naturalistes, Bulletin 1910, No. 4, 1911, No. 1—3.

St. Petersburg. Kaiserl. mineralogische Gesellschaft, Materialien zur Geologie Russlands, Bd. XXV, 1912; Verhandlungen, 2. Serie, Bd. XLVII—XLVIII.

St. Petersburg. Acta horti petropolitani, tomus XXVIII, fasc. 4.

St. Petersburg. Académie Impériale des Sciences, Bulletin, 6e série, 1911, No. 16 bis 18; 1912, No. 1—14; Mémoires, 8e série, vol. XXV, No. 9—10; XXVI, No. 1—2; XXVII, No. 1—2; XXVIII, No. 1—2; XXIX, No. 1—3, 5; XXX, No. 1—8.

St. Petersburg. Comité géologique, Bulletin, vol. XXX, No. 1—5; Mémoires, nouv. série, livr. 61, 67, 71, 73.

St. Petersburg. Observatoire physique central Nicolas, Annales 1908, part. I; II, fasc. 1—2; Publications, 2e série, vol. XVIII, No. 5; XIX.

Riga. Technischer Verein, Industrie-Zeitung, Jahrgang XXXVII, No 20—24; XXXVIII, No. 1—18, und Beilage.

Riga. Naturforscher-Verein, Korrespondenzblatt, Bd. LIV; Arbeiten, neue Folge, Heft XIII.

n) Nord-, Süd- und Zentral-Amerika.

Baltimore. John Hopkins University, Circulars, 1911, No. 3—8.

Baltimore. American chemical Journal, vol. XLV, No. 4—6; XLVI, No. 1—5; XLVII, No. 3, 6.

Berkeley. University of California, Publications: Botany, vol. IV, No. 11—14; Zoology, vol. VI, No. 15; VII, No. 7—10; VIII, No. 2, 4—9; IX, No. 1—5; X, No. 1—8.

Boston. American Academy of Arts and Sciences, Proceedings, vol. XLVI, No. 25; XLVII, No. 8—21; XLVIII, No. 1—4.
Boston. Boston Society of Natural History, Proceedings, vol. XXXIV, No. 9—12; Memoirs, vol. VII.
Buenos-Aires. Museo nacional de historia natural, Anales, seria III, tomo XV, (vol. XXII).
Cambridge. Museum of Comparative Zoology, Annual Report 1910—1911; Bulletin, vol. LIII, No. 6—9; LIV, No. 9—15; LV, No. 1,
Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society, Journal, vol. XXVII, No. 3—4; XXVIII, No. 1—2.
Chicago. Museum of Natural history, Publications: Report Series, vol. IV, No. 2; Geological Series, vol. III, No. 9; Zoological Series, vol. X, No. 5—6; XI.
Chicago. University of Chicago, Botanical Gazette, vol. LII, No. 5; LIII, No. 1—6; LIV, No. 1—4.
Chicago. Academy of Sciences, Bulletin, vol. II, No. 3; III, No. 4—5; Special Publications, No. 3; Report, vol. XXXIX, 1896.
Cincinnati. Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia Medica, Bulletin, No. 16—20, und Beilage.
Colorado (Boulder). University of Colorado, Studies, vol. IX, No. 1—4.
Columbus. Ohio State University, Ohio Naturalist, vol. XII, No. 1—8.
Des Moines. Jowa Academy of Sciences, Proceedings, vol. IV—V, VII, XIV, XVI.
Halifax. Nova Scotian Institute of Science, Proceedings and Transactions, vol. XII, part 3; XIII, part 1—2.
Indianapolis. Indiana Academy of Sciences, Proceedings 1910.
Lancaster. American Mathematical Society, Bulletin, 2. series, vol. XVIII, No. 3—10; XIX, No. 1.
Lansing. Michigan Academy of Science, Annual Report, vol. XIII, 1911.
La Plata. Direccion general de Estadistica de la Provincia de Buenos-Aires, Boletin mensual, t. IX, No. 136—137; XIII, No. 138—141; Demografia 1903. 1904.
Lawrence. Kansas University, Science Bulletin, vol. V, No. 12—21; VI, No. 1.
Lincoln. University of Nebraska, Agricultural Experiment Station, Annual Report, vol. XXIV; Bulletin, No. 121—130; Press Bulletin, No. 34—37; Extension Bulletin, No. 3; University Studies, vol. XI, No. 1—2.
Lincoln. American microscopical Society, Transactions, vol. XXX, No. 4; XXXI, No. 1—2.
Madison. Wisconsin geological and natural history Survey, Bulletin: Scientific Series, No. 6—7; Economic Series, No. 14; Soil Series, No. 1; Bulletin, No. 21—24.
Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, Transactions, vol. XVI, part 2, No. 1—6.
Mexico. Observatorio meteorologico-magnetico central, Boletin mensual 1911, August—Dezember; 1912, Januar—Februar.
Mexico. Observatorio astronomico nacional de Tacubaya, Anuario 1912; Bulletin 1912, No. 2.
Mexico. Sociedad scientifica „Antonio Alzate", Memorias y Revista, t. XXVIII, No. 9—12; XXIX, No. 1—6.
Mexico. Istituto geologico, Parergones, vol. III, No. 9—10,
Milwaukee. Public Museum, Bulletin, vol. I, part 2.

Milwaukee. Wisconsin Natural History Society, Bulletin, new series, vol. IX, No. 4; X, No. 1—2.

New Haven. American Journal of Science, 4. series, vol. XXXII, Dezember; XXXIII, Januar-Juni, September-November; XXXIV, Juli-August.

New York. Academy of Sciences, Annals, vol. XX, part 3, pag. 420; XXI, pag. 87—263; XXII, pag. 1—160; Memoirs, vol. I, part 1.

New York. New York Botanical Garden, Bulletin, vol. VIII, No. 27.

Oberlin. Wilson Ornithological Club, Bulletin, No. 76—79.

Ottawa. Royal Society of Canada, Proceedings and Transactions, 3. series, vol. IV, 1910; V, 1911.

Ottawa. Geological and Natural History Survey of Canada, Annual Report 1910; Report: Publications No. 1067, 1087, 1090, 1159.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences, Proceedings, vol. LXIII, part 2—3; LXIV, part 1.

Philadelphia. American philosophical Society, Proceedings, vol. L, No. 201 bis 202; LI, No. 203—205.

Philadelphia. Zoological Society, Annual Report, vol. XL.

Pittsburgh. Allegheny Observatory, Miscellaneous scientific Papers, new series, vol. II, No. 1; Publications, vol. II, No. 14—18.

Portland. Society of Natural history, Proceedings, vol. II, part 9.

Rio de Janeiro. Museu Nacional, Archivos, vol. XIII—XV.

San Francisco. California Academy of Science, Proceedings, 4. series, vol. I, pag. 289—430; III, pag. 73—186.

Santiago. Deutscher wissenschaftlicher Verein, Verhandlungen, Bd. VI, Heft 2.

St. Louis. Missouri Botanical Gardens, Report, vol. XII, 1911.

Toronto. Canadian Institute, Transactions, vol. IX, part 2.

Tufts College. Studies, vol. III, No. 2.

Urbana. University of Illinois, State Geological Survey, Agricultural Experiment Station, Bulletin, No. 150—152, 154—155 (Circular, No. 151—155; Soil Report No. 1—3).

Washington. U. S. Department of Agriculture, Yearbook 1911; Bulletin of the Mount Weather Observatory, vol. I, No. 1—4; II, No. 4—6; III, No. 1—5; IV, No. 1—6; V, No. 1.

Washington. U. S. Naval Observatory, Report (Synopsis) 1911.

Washington. Smithsonian Institution, Bulletin: U. S. National Museum, No. 50, part 5; 76—77; Annual Report 1910; Annual Report of the U. S. Museum 1911; Proceedings of the U. S. National Museum, vol. XL—XLI; Contributions from the U. S. National Herbarium, vol. XIII, part 12; XIV, part 3; XVI, part 1—3; Bureau of Ethnology, Annual Report, vol. XXVII, 1905—1906; Bulletin, No. 47; Smithsonian miscellaneous Collections, No. 856, 1987, 2014, 2051, 2053—2056, 2058—2059, 2062, 2064, 2066—2083, 2085—2088, 2090—2094, 2133—2134; Smithsonian Contributions to knowledge, Hodkins Fund, vol. XXVII, No. 3.

Washington. Department of the Interior, U. S. Geological Survey, Bulletin No. 448, 451, 454—456, 466—468, 470, 474—500, 504—509, 511—512, 516 bis 517; Report 1911; Professional Papers, No. 69—70, 73—75; Monographs, vol. LII; Mineral Resources, 1909, part 1—2; 1910, part 1—2; Water-supply and irrigation Papers, No. 261, 263, 266—269, 271—273, 275—280, 282, 285 bis 288.

o) Uebrige Länder.

Batavia. Kon. magnetic en meteorolog. Observatorium, Verhandelingen, No. 1—2; Observations, vol. XXXI, 1908.
Brisbane. Royal Society of Queensland, Proceedings, vol. XXIII, part 2.
Calcutta. Geological Survey of India, Records, vol. XLII, part 2; Professional Papers, No. 12—13.
Calcutta. Asiatic Society of Bengal, Memoirs, vol. III, No. 2—4; IV, No. 1; Journal and Proceedings, vol. VI, No. 7—11; VII, No. 1—3.
Calcutta. Department of Agriculture, Botanical Series: Memoirs, vol. IV, No. 3—6; Entomological Series, vol. II, No. 9; IV, No. 1-3; Report 1910-1911.
Cape Town. Royal Society of South Africa (früher South African Philosophical Society), Journal, vol. VIII, No. 1—12; IX, No. 1—3; Transactions, vol. II, part 3—4.
Colombo. Royal Botanic Gardens, Peradeneija, Annals, vol. V, part 1—4 and plates; Circulars, vol. V, No. 15—22; VI, No. 1—9, und Beilage.
Kyōto. College of Science and Engineering, Imperial University, Memoirs, vol. III, No. 7—12.
Le Caire. Société entomologique d'Egypte, Bulletin 1911, No. 1—4.
Melbourne. Royal Society of Victoria, Proceedings, new series, vol. XXIV, part 2; XXV, part 1.
Pretoria. Transvaal Museum (Museum and Zoological Gardens), Annals, vol. III, No. 3.
Sendai (Japan). The Tôhoku mathematical Journal, vol. I, No. 1, 4; II, No. 1—2.
Sendai. Tôhoku Imperial University, The Science Reports, vol. I, 1912, No. 1-3.
Sidney. Australian Museum, Records, vol. VIII, No. 3; IX, No. 1—2; Report 1910—1911; Memoirs, vol. IV, No. 16.
Sidney. Royal Society of New South Wales, Journal and Proceedings, vol. XLV, part 1—3.
Tokyo. Deutsche Gesellschaft für Natur- und Volkerkunde Ostasiens, Mitteilungen, Bd. XIV, Teil 1.
Tokyo. College of Science, Imperial University, Journal, vol. XXIX, No. 2; XXX, No. 2; XXXI; XXXII, No. 1—7; Mitteilungen aus der medizin. Fakultät, Bd. IX, No. 2—3; X, No. 1—2.
Tokyo. College of Agriculture, Tokyo Imperial University, Bulletin, vol. V, No. 1—4; VI, No. 1—4; VII, No. 1—5; VIII, No. 1—2; Journal (früher Bulletin), vol. I, No. 1—3; II, No. 1—7; III, No. 1; IV, No. 1.
Wellington. New Zealand Institute, Transactions, vol. XLI—XLIII, 1908—1910.

C. Anschaffungen.

Akademien, Allgemeines.

Archiv für Anthropologie, neue Folge, Bd. X, Heft 4; XI, Heft 1—4.
Archiv für gesamte Physiologie (Pflüger), Bd. CXLIII—CXLVII; CXLVIII, No. 1—5.
Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. LXXIX—LXXX; LXXXI, Heft 1.
Archivio per l'antropologia e la etnologia, vol. XLI, 1911, No. 1—3.
Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, t. XXIX bis XXX, 1910—1911.
Centralblatt, biologisches, Bd. XXXI, No. 22—24; XXXII, No. 1—10.

Centralblatt für Physiologie, Bd. XXV, No. 17—26a; XXVI, No. 1—14; Bibliographia physiologica, 3. Serie, Bd. VII, No. 1—4.

Comptes-rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Session XXXIX, 1910 (Toulouse), 2 vol.

Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, Wien, mathemat.-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. LXXXVII.

Journal, the quarterly, of microscopical Science, new series, vol. LVI, part 3—4; LVII, part 1.

Magazine, philosophical, and Journal of Science, 1911, December; 1912, January-October.

Naturalist, the American, vol. XLV, No. 540—541; XLVI, No. 542—550.

Rundschau, naturwissenschaftliche, 1911, No. 47—52; 1912, No. 1—44.

Science, new series, vol. XXXIV, No. 881—888; XXXV, No. 889—913; XXXVI, No. 914—930.

Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, 83. Versammlung, Teil 1; 2, Heft 1—2.

Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, Bd. XXVIII, Heft 3—4; XXIX, Heft 1—2.

Zeitschriften-Verzeichnis der schweizer. Bibliotheken, 2. Auflage, 1911. (Publikationen der Vereinigung schweizer. Bibliothekare IV.) Zürich 1912.

Astronomie, Meteorologie.

Connaissance des temps, publ. par le Bureau de Longitudes pour 1913.

Jahrbuch, Berliner astronomisches, für 1914.

Nachrichten, astronomische, Bd. 189, No. 4536; Bd. 190, No. 4537—4560; Bd. 191, 4561—4584; Bd. 192, No. 4585—4608.

Zeitschrift, meteorologische, 1911, No. 11—12; 1912, No. 1—10.

Botanik.

Annales des Sciences naturelles, Botanique, 9e série, t. XV, No. 1—6; XVI, No. 1—3.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, 2e serie, vol. IX, part 2; X, part 1—2; XI, part 1.

Annals of botany, vol. XXVI, No. 101—104.

Bibliotheca botanica, Heft 75—78.

Bulletin de la Société botanique de France, 4e série, t. IX, 1909, No. 6; XI, 1911, No. 7—9; XII, 1912, No. 1—5; Session extraordinaire, Alpes maritimes, 1910, vol. LVII, fasc. 1; Vendée, 1911, vol. LVIII, fasc. 1; Mémoires, 4e série, t. XI, 1911, No. 3f, 8d, 22; XII, 1912, No. 23—24.

Hedwigia, Organ für Kryptogamenkunde, Bd. LI, Heft 5—6; LII, Heft 1—6.

Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. L, Heft 2—5; LI, Heft 1—4.

Rabenhorst: Kryptogamenflora I, Abt. X, Pilze, Lfg. 121; VI, Abt. Lebermoose, Lfg. 15.

Reichenbach: Deutschlands Flora, 1. Serie, Bd. XIX_2, Lfg. 40; Bd. XXV, Lfg. 12—13.

Schmidt: Atlas der Diatomaceenkunde, Heft 69—71.

Geographie, Ethnographie.

Abhandlungen der K. K. geographischen Gesellschaft in Wien, Bd. IX, No. 2—3.

Archiv, internationales, für Ethnographie, Bd. XX, No. 5—6; XXI, No. 1; Supplement zu Bd. XX.

Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. XIX, Heft 5; XX, Heft 1—3.
Jahrbuch des Schweizer. Alpenklubs, Jahrgg. XLVII, 1911.
Jahrbuch, geographisches, Bd. XXXIV, 1911, 2. Hälfte; XXXV, 1912, 1. Hälfte.
Mitteilungen der geograph. Gesellschaft, Wien, Bd. LIV, No. 10-12; LV, No. 1-8.
Penck: Geographische Abhandlungen, n. Folge, Heft 1.
Richthofen, Ferd. v.: China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien. Text, Bd. III; V; Atlas, Abt. II. Berlin 1911—1912.
Süd-Polar-Expedition, deutsche (Drygalski), Bd. II: Geographie und Geologie, Heft 7; Bd. VII: Bakteriologie, Chemie, Hygiene, Sport, Heft 3; Bd. XIII: Zoologie, Bd. V, Heft 2.

Geologie, Petrographie, Mineralogie und Palaeontologie.

Abhandlungen der Schweizer. palæontolog. Gesellschaft, Bd. XXXVII, 1911.
Abhandlungen, geologische und palæontologische, neue Folge, Bd. X, Heft 4—5.
Annales des Mines, 10e série, t. XX, No. 10—12; 11e série, t. I, No. 1—9.
Annales de Paléontologie, tome VI, fasc. 3—4; VII, fasc. 1—2.
Beiträge zur Palæontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients, Bd. XXIV, Heft 3—4; XXV, Heft 1—3.
Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, 1911, No. 23—24; 1912, No. 1—21.
Eclogæ geologicæ helvetiæ, Mitteilungen der Schweizer. geolog. Gesellschaft, vol. XI, No. 5—6; XII, No. 1.
Jahrbuch, neues, für Mineralogie, Geologie und Palæontologie, Hauptwerk 1911. Bd. II, Heft 2—3; 1912, Bd. I, Heft 1—3; II, Heft 1; Beilagebände 1911, Bd. XXXII, Heft 3; 1912, Bd. XXXIII, Heft 1—3; XXXIV, Heft 1.
Jahreshefte, geognostische, Jahrgg. XXIV, 1911.
Journal, the quarterly, of the Geological Society, vol. LXVII, part 2—3.
Lacroix, A.: Minéralogie de la France, t. IV, part. 1—2.
Magazine, geological, new series, Decade V, vol. VIII, No. 12; IX, No. 1—10.
Palæontographica, Bd. LVIII, Lfg. 5—6; LIX, Lfg. 1—4; Supplement-Bd. IV, Lfg. 3; V, Lfg. 3—4.
Tschermaks mineralogische und petrograph. Mitteilungen, n. Folge, Bd. XXX, Heft 1—6; XXXI, Heft 1.
Zeitschrift für Krystallographie, Bd. L, Heft 1—6; LI, Heft 1—3.

Mathematik.

Archiv für Mathematik und Physik (Grunert), 3. Reihe, Bd. XIX, Heft 1—4; XX, Heft 1—2.
Giornale di Matematiche, vol. XLIX, September-Dezember; L, Januar-August.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, Bd. XL, 1909, Heft 1—3.
Journal de Mathématiques, 6e série, t. VII, fasc. 4; VIII, fasc. 1—3.
Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. CXL, No. 4; CXLI, No. 1—4.
Journal, the quarterly, of pure and applied mathematics, vol. XLII, No. 3—4; XLIII, No. 1.
Messenger of Mathematics, new series, vol. XLI, No. 8—12; XLII, No. 1—5.
Revue de Mathématiques (Revista). Beil.: Bollettino di bibliographia, anno XIII, No. 3—4; XIV, No. 1—2.
Thomson: Mathematical and physical papers, vol. V—VI.

Physik, Chemie.

Annalen der Physik, 4. Folge, 1911, No. 14—15; 1912, No. 1—13.
Annales de chimie et de physique, 8e série, 1911, Décembre; 1912, Janvier-Octobre.
Beiblätter zu den Annalen der Physik 1911, No. 22—24; 1912, No. 1—22.
Gazetta chimica, anno XLI, parte II, fasc. 4—6; XLII, parte I, fasc. 1—6; parte II, fasc. 1—3.
Gerland, Geo.: Beiträge zur Geophysik, Bd. XI, Heft 2—4; XII, Heft 1.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1905—08, Heft 34—40; 1909, Heft 6-11; 1910, Heft 1-7; Generalregister 1897-1904, 2. Teil: Sachregister.
Journal de physique, 5e série, tome I, No. 11—12; II, No. 1—9.
Journal für praktische Chemie, neue Folge, Bd. LXXXIV, No. 13; LXXXV bis LXXXVI, No. 1—23.
Journal of the Chemical Society 1911, November-December; 1912, January-October; Supplement-No.: Indexes 1911.
Liebigs Annalen der Chemie, Bd. CCCLXXXV, No. 2—3; CCCLXXXVI bis CCCXCII; CCCXCIII, No. 1—2.
Zeitschrift für physikalische Chemie, Bd. LXXVIII, Heft 3—6; LXXIX—LXXX; LXXXI, Heft 1—2.

Zoologie.

Annales des Sciences naturelles, Zoologie, 9e série, tome XV, No. 1—6.
Archiv für Naturgeschichte, Jahrgang 1907, Bd. 73; 1910, Bd. 76, Abt. II, Heft 1; Abt. III, Heft 1—2; Abt. V, Heft 1; Abt. VI, Heft 1—2; 1911, Bd. 77, Abt. I, Suppl.-Heft 3—4; Abt. II, Heft 1; Abt. IV, Heft 1—2; Abt. V, Heft 1; Abt. VI, Heft 1; 1912, Bd. 78, Abt. A, Heft 1—6.
Archives de Zoologie expériment. et générales, 5e série, t. VIII, No. 5—7; IX, No. 1—5; X, No. 1—6; Notes et Revue, 5e série, t. VIII, No. 4; IX, No. 1—3; X, No. 1—5.
Cellule, la, tome XXVII, fasc. 2; XXVIII, fasc. 1.
Jahresbericht, zoologischer, herausgegeben von der Zoologischen Station von Neapel für 1911.
Journal de Conchyliologie, vol. LIX, No. 1—4; LX, No. 1.
Journal für Ornithologie, Jahrgg. LIX, Heft 4; LX, Heft 1—4; Sonderheft 1912.
Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel, Bd. XX, Heft 2—3.
Plankton-Expedition, Ergebnisse der, Bd. II, F. a.: Geo. Pfeffer, Die Cephalopoden. Text und Atlas.
Transactions of the Entomological Society, London, 1910, part 4—5.

Der Bibliothekar:
Hans Schinz.

Verzeichnis der Mitglieder
der
Naturforschenden Gesellschaft in Zürich,
abgeschlossen am 31. Dezember 1912.

I.
Präsidenten der Gesellschaft [1]).

1746—1790 **Johannes Gessner,** Dr. med., Chorherr, Professor der Physik und Mathematik.
1790—1803 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt und Ratsherr.
1803—1812 **Joh. Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr.
1812—1831 **Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann.
1831—1834 **Joh. Caspar Horner,** Dr. phil., Professor der Mathematik, Forschungsreisender.
1834—1847 **Heinr. Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften.
1847—1849 **Albert Mousson,** Dr. phil, Professor der Physik.
1849—1851 **Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1851—1853 **Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1853—1855 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1855—1857 **Heinrich Frey,** Dr. med., Professor der Zoologie.
1857—1859 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1859—1861 **Rudolf Clausius,** Dr. phil, Professor der Physik.
1861—1863 **Arnold Escher von der Linth,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1863—1865 **Oswald Heer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1865—1867 **Albert Mousson,** Dr. phil., Professor der Physik.
1867—1869 **Gustav Zeuner,** Dr. phil., Professor der Mechanik.
1869—1870 **Pompejus Bolley,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1870—1872 **Johannes Wislicenus,** Dr. phil., Professor der Chemie.
1872—1874 **Carl Culmann,** Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1874—1876 **Ludimar Hermann,** Dr. med., Professor der Physiologie.
1876—1878 **Carl Cramer,** Dr. phil., Professor der Botanik.
1878—1880 **Albert Heim,** Dr. phil., Professor der Geologie.
1880—1882 **Heinrich Friedrich Weber,** Dr. phil., Professor der Physik.

[1]) Die historischen Angaben sind der von Prof. Dr. F. Rudio verfassten Geschichte unserer Gesellschaft entnommen, die den ersten Band der „Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1746—1896" (zugleich 41. Jahrgang der „Vierteljahrsschrift") bildet. Diese Arbeit (274 Seiten und 6 Tafeln) gibt ein getreues Bild der Entwicklung unserer Gesellschaft während der ersten 150 Jahre ihres Bestehens und ist zugleich ein interessantes Stück Zürcher Kulturgeschichte. **Sie ist bei der Buchhandlung Beer & Co., Peterhofstatt, Zürich, zum Preise von Fr. 10.— zu beziehen.** Der 2. Band der Festschrift, zum selben Preise erhältlich, besteht aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Geodäsie und Astronomie, Physik, Chemie und Pharmacie, Mineralogie und Geologie, Botanik, Zoologie, Medizin. Er umfasst 598 Seiten und 14 Tafeln.

Der Vorstand.

1882—1884 **Eduard Schär**, Dr. phil., Professor der Pharmacie.
1884—1886 **Wilhelm Fiedler**, Dr. phil., Professor der darstellenden Geometrie.
1886—1888 **Albert Heim**, Dr. phil., Professor der Geologie.
1888—1890 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1890—1892 **Heinrich Friedrich Weber**, Dr. phil., Professor der Physik.
1892—1894 **Georg Lunge**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1894—1896 **Alfred Kleiner**, Dr. phil., Professor der Physik.
1896—1898 **Wilhelm Ritter**, Dr. phil., Professor der Ingenieurwissenschaften.
1898—1900 **Ferdinand Rudio**, Dr. phil., Professor der Mathematik.
1900—1902 **Jakob Escher-Kündig**, Dr. phil.
1902—1904 **Arnold Lang**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
1904—1906 **Ulrich Grubenmann**, Dr. phil., Professor der Mineralogie.
1906—1908 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie.
1908—1910 **Max Standfuss**, Dr. phil., Professor der Zoologie.
1910—1912 **Carl Schröter**, Dr. phil., Professor der Botanik.
1912—1914 **Emil Huber-Stockar**, Ingenieur.

II.

Sekretäre.[1])

1746—1752 **Hans Ulrich von Blaarer** (ökonomischer Sekretär, auch Notar genannt) und **Hans Conrad Heidegger** (wissenschaftlicher Sekretär).

1752—1759 **Hans Caspar Hirzel**, Dr. med., Stadtarzt. 1759—1778 **Salomon Schinz**, Dr. med., Arzt und Naturforscher. 1778—1790 **Hans Rudolf Schinz**, Pfarrer und Naturforscher. 1790—1796 **Johann Heinrich von Orelli**. 1796—1799 **David Rahn**, Dr. med., Stadtarzt. 1799—1801 **Johann Jakob Cramer**, Pfarrer und Professor. 1801—1823 **Heinrich Rudolf Schinz**, Dr. med., Arzt und Professor der Naturwissenschaften. 1823—1835 **Hans Locher-Balber**. Dr. med. Professor der Medizin. 1835—1843 **Ferdinand Keller**, Dr. phil., Naturforscher und Archäolog. 1843—1847 **Albert Kœlliker**, Dr. med., Professor der Anatomie. 1847—1857 **Rudolf Heinrich Hofmeister**, Dr. phil., Professor der Physik. 1857—1860 **Hermann Pestalozzi-Bodmer**, Dr. med., Arzt. 1860—1870 **Carl Cramer**, Dr. phil., Professor der Botanik. 1870—1880 **August Weilenmann**, Dr. phil., Professor der Physik. 1880—1886 **Robert Billwiler**, Dr. phil., Direktor der meteorologischen Zentralanstalt. 1886—1892 **Adolf Tobler**, Dr. phil., Professor der Physik. 1892—1894 **Carl Fiedler**, Dr. phil., Privatdozent der Zoologie. 1894—1899 **Alfred Werner**, Dr. phil., Professor der Chemie. 1899—1906 **Karl Hescheler**, Dr. phil., Prof. der Zoologie. 1906—1912 **Emil Schoch-Etzensperger**, Dr. phil. 1912—1918 **Eduard Rübel**, Dr. phil.

III.

Quästoren.[2])

Quästoren des Lotterie- oder Hauptfonds.

1751—1787 **Caspar Scheuchzer**. 1788—1814 **Hans Conrad Lochmann** 1814—1826 **Hans Jakob Pestalozzi**. 1826—1832 **Johann Jakob Hess**. 1832—1842 **Salomon Klauser**. 1842—1854 **Otto Rudolf Werdmüller**.

[1]) In den ersten Jahren waren in den Statuten zwei Sekretariate vorgesehen, eines für die ökonomischen und eines für die wissenschaftlichen Geschäfte. Das erstere, auch Notariat genannt, wurde aber nach dem Rücktritt Ulrich von Blaarers, des ersten und einzigen Notars der Gesellschaft, mit dem wissenschaftlichen vereinigt.

[2]) Bis zum Jahre 1854 besass die Gesellschaft zweierlei Quästoren, die des Brauchfonds (auch Quästor-Ausgeber genannt) und die des Lotteriefonds (auch Quästor-Einnehmer genannt). Den ersteren fiel bis zum Jahre 1833 zugleich das Vizepräsidium zu. Im Jahre 1854 wurden die beiden Quästorate vereinigt. Der erste, der das umgestaltete neue Amt übernahm, war Meyer-Ahrens.

Quästoren des Brauchfonds.

1746—1759 **Hans Conrad Meyer,** Staatsmann und Meteorolog. 1759—1790 **Hans Caspar Hirzel,** Dr. med., Stadtarzt. 1790—1803 **Johann Heinrich Rahn,** Dr. med., Chorherr. 1803—1811 **Diethelm Lavater,** Dr. med., Apotheker, Naturforscher und Staatsmann. 1811—1812 **Paul Usteri,** Dr. med., Arzt, Naturforscher und Staatsmann. 1812—1831 **Johann Caspar Horner,** Dr. phil., Professor und Forschungsreisender. 1831—1834 **Heinrich Rudolf Schinz,** Dr. med., Arzt und Professor. 1834—1841 **Leonhard Schulthess,** Kaufmann und Botaniker. 1841—1851 **Johann Jakob Usteri-Usteri,** Kaufmann. 1851—1854 **Adolf Salomon Pestalozzi,** Bankier.

1854—1858 **Conrad Meyer-Ahrens,** Dr. med., Arzt. 1858—1874 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. 1874—1876 **Hans Rudolf Schinz-Vögeli** Kaufmann und Naturforscher. 1876—1887 **Johann Caspar Escher-Hess,** Kaufmann und Naturforscher. Seit 1887 **Hans Kronauer**, Dr. phil., Mathematiker.

IV.

Bibliothekare.

1754—1757 **Johann Jakob Köchlin,** Pfarrer. 1757—1764 **Hans Heinrich Schinz,** Kaufmann und Staatsmann. 1764—1774 **Leonhard Usteri,** Chorherr und Professor. 1774—1778 **Hans Conrad Heidegger,** Staatsmann. 1778-1780 **Johann Heinrich Waser,** Pfarrer. 1780-1792 **Heinrich Lavater,** Staatsmann. 1792—1837 **Christoph Salomon Schinz,** Dr. med., Arzt, Chorherr und Professor. 1837—1881 **Johann Jakob Horner,** Bibliothekar und Professor. 1881—1892 **Johann Friedrich Graberg,** Zeichenlehrer. 1881—1892 **Carl Ott,** Physiker. Seit 1892 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

V.

Redaktoren der Vierteljahrsschrift.

1856—1893 **Rudolf Wolf,** Dr. phil., Professor der Astronomie.
1894—1912 **Ferdinand Rudio,** Dr. phil., Professor der Mathematik.
Seit 1912 **Hans Schinz,** Dr. phil., Professor der Botanik.

VI.

Ehrenmitglieder.

			seit
Hr.	**Choffat, Paul,** Dr., Landesgeologe	Lissabon	1896
	Dedekind, Richard, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Braunschweig	1896
	Eberth, Karl Josef, Dr. med., Prof. an der Universität	Halle	1896
	Frobenius, Georg, Dr., Prof. an der Universität	Berlin	1896
	Gräffe, Eduard Heinrich, Insp. der zoolog. Station	Triest	1896
	Hantzsch, Arthur, Dr., Prof. an der Universität	Leipzig	1896
	Hermann, Ludimar, Dr. med., Prof. an der Universität	Königsberg	1896
	Kronauer, Hans, Dr., Mathematiker der Rentenanstalt	Zürich	1912
	Reye, Theodor, Dr., Prof. an der Universität	Strassburg	1896
	Rudio, Ferdinand, Dr., Prof. der Mathematik an der techn. Hochschule	Zürich	1912
	Schär, Eduard, Dr., Prof. an der Universität	Strassburg	1896
	Schwarz, Hermann Amandus, Dr., Prof. an der Universität	Berlin	1896
	Schwendener, Simon, Dr., Prof. an der Universität	Berlin	1899
	Weber, Heinrich, Dr., Prof. an der Universität	Strassburg	1896

VII.
Korrespondierende Mitglieder.

Hr.	**Margerie, Emmanuel de,** Dr.	Paris	1883
»	**Bredig, Georg,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Karlsruhe	1911
»	**Einstein,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Zürich	1911
»	**Willstätter, Richard,** Dr., Prof., Kaiser-Wilhelm Institut	Dahlem b. Berlin	1912

VIII.
Ordentliche Mitglieder[1]).

A. In Zürich wohnend.

				seit[2])
Hr.	**Abegg, Karl,** Kaufmann	Zollikerstrasse 32	V	1910
»	**Abeljanz, Haruthian,** Dr., Prof. an der Universität	Huttenstrasse 66	IV	1880
»	**Ackerknecht, Eberhard,** Dr., Prosektor a. vet. med. Institut	Berthastrasse 11	III	1911
»	**Aeppli, August,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Kronenstrasse 24	IV	1889
»	**Ahrens, Heinr.,** stud. geol.	Zeltweg 48	V	1912
»	**Amberg, Otto,** Dr.	Limmatquai 50	I	1903
»	**Arbenz, Paul,** Dr., Privatdozent an beiden Hochschulen	Englischviertelstr. 43	V	1905
»	**Bæbler, Emil,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Hadlaubstrasse	V	1911
»	**Bänziger, Theodor,** Dr. med.	Billrotstrasse 15	V	1889
»	**Bær, Julius,** Bankier	Bergstrasse 54	V	1910
»	**Bäschlin, Fritz,** Ingenieur, Prof. a. d. techn. Hochschule	Scheuchzerstrasse 72	IV	1910
»	**Bareiss, Arthur,** Kaufmann	Alpenquai 22	II	1910
»	**Baudisch, Oscar,** Dr.., Privatdozent a. d. Universität	Hadlaubstrasse 36	IV	1910
»	**Baumann-Näf, Moritz,** Dr., Chemiker	Bleicherweg 31	II	1910
»	**Baumann, Walter,** Kaufmann	Mythenquai 70	II	1910
»	**Baur, Emil,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Gladbachstrasse 47	V	1911
»	**Baur-Widmer, Hans,** Architekt	Mühlebachstrasse 173	V	1910
»	**Beck, Alexander,** Dr., Prof.	Schanzenberg 7	I	**1870**
»	**Beck-Barker, Bernhard,** Rektor d. Freien Gymnasiums	St. Annagasse 9	I	1904
»	**Beck, Emil,** Dr., Assistent an der techn. Hochschule	Schanzenberg 7	I	1907
»	**Beer, Robert,** Buchhändler	Peterhofstatt 10	I	1905
»	**Bernheim-Karrer, Jakob,** Dr. med.	Gartenstrasse 36	II	1903
Fr.	**Beuteführ, Elise**	Merkurstrasse 64	V	1911
Hr.	**Beyel, Christian,** Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Merkurstrasse 30	V	1882
»	**Bircher, F. Ernst,** Dr. jur., Rechtsanwalt	Sophienstrasse 2	V	1902
»	**Bircher, Max,** Dr. med.	Keltenstrasse 42	V	1902
»	**Bissegger, Eduard,** Direktions-Sekretär d. Rentenanst.	Wiesenstrasse 14	V	1893
»	**Bleuler, Eugen,** Dr. med., Prof. an der Universität	Burghölzli	V	1900
»	**Bley, Franz,** stud. rer. nat.	Irringerstrasse 3	IV	1910
»	**Bluntschli, Hans,** Dr. med., Privatdozent an der Univ.	Vogelsangstrasse 5	IV	1904
»	**Bolleter, Eduard,** Dr., Sekundarlehrer	Rotbuchstrasse 24	IV	1900
»	**Bommer, Albert,** Apotheker	Zähringerstrasse 9	I	1889
»	**Bosshard, Heinrich,** Dr., Prof. am Gymnasium	Hochstrasse 68	V	1892

[1]) Die Mitglieder sind gebeten, allfällige Adressenänderungen oder sonstige Korrekturen umgehend dem Quästor, Herrn Dr. Hans Kronauer, Dolderstrasse 9, Zürich V, und dem Aktuar, Herrn Dr. E. Rübel, Zürichbergstrasse 30, Zürich V, mitzuteilen.

[2]) Die vor 1871 eingetretenen ältesten Mitglieder (5) sind durch fettgedruckte Jahreszahlen ausgezeichnet.

				seit
Hr.	**Brandenberger, Konrad,** Dr., Prof. a. d. Kantonsschule	Nägelistrasse 3	V	1902
	Breitbart, S., cand. phil.	Bellerivestrasse 7	V	1912
	Bremi, Walter, cand. phil.	Bellariastrasse 11	II	1911
	Brennwald, Paul, Kaufmann	Kurhausstrasse 9	V	1911
	Bretscher, Konrad, Dr., Privatdoz. a. d. Universität	Weinbergstrasse 146	IV	1890
	Brockmann-Jerosch, Henryk, Dr., Privatd. a. d. Univ.	Kapfsteig 44	V	1907
	Brunner, Friedrich, Dr. med., Asyl Neumünster	Forchstrasse 85	V	1896
	Brunner, Otto, Dr., Apotheker	Limmatquai 56	I	1907
	Bühler, Anton, Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Plattenstrasse 32	V	1904
	Bürgi, Oscar, Dr., Prof. an der Universität	Dufourstrasse 4	V	1906
	Bützberger, Fritz, Dr., Prof. a. d. Kantonsschule	Moussonstrasse 14	V	1911
	Busse, Otto, Dr. med., Prof. an der Universität	Scheuchzerstrasse 62	IV	1911
	Carpentier, Fritz, Fabrikant	Dufourstrasse 5	V	1910
	Cérésole, Maurice, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 58	IV	1910
	Cherbuliez, Emil, Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Schönleinstrasse 11	V	1909
	Cloëtta, Max, Dr. med., Prof. an der Universität	Plattenstrasse 58	V	1902
	Constam, Emmanuel Josef, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Schönberggasse 1	I	1881
Frl.	**Daiber, Marie,** Dr., Assistentin am zoologischen Institut beider Hochschulen	Gloriastrasse 72	V	1906
Hr.	**Denzler, Albert,** Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Schmelzbergstr. 14	V	1881
	Diebold, Fritz, Dr. med.	Bahnhofstrasse 7	I	1907
Frl.	**Dübendorfer, Emma,** Dr. med., Ärztin	Bleicherweg 1	II	1912
Hr.	**Düggeli, Max,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Weinbergstrasse 107	IV	1912
	Dumas, Gustave, Dr., Privatdoz. a. d. techn. Hochschule	Asylstrasse 81	V	1911
	Egli, Karl, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Haldenbachstrasse 33	IV	1905
	Egli-Sinclair, Theodor, Dr. med.	Bahnhofstrasse 82	I	1881
	Ehrhardt, Jakob, Dr., Prof. an der Universität	Flössergasse 1	I	1903
	Erismann, Huldreich Friedrich, Dr., Prof., Stadtrat	Plattenstrasse 37	V	1898
	Ernst, Alfred, Dr., Prof. an der Universität	Frohburgstrasse 70	IV	1901
	Ernst, Heinrich, Regierungsrat	Sonneggstrasse 61	IV	1905
	Ernst, Julius Walter, Ingenieur	Freiestrasse 21	V	1900
	Escher-Kündig, Johann Christof, Dr. phil.	Gotthardstrasse 35	II	1883
	Escher, Hermann, Dr., Stadtbibliothekar	St. Urbangasse 6	I	1911
	Escher, Rudolf, Prof. an der techn. Hochschule	Hirschengraben 60	I	1874
	Escher, Wilhelm Caspar, Direkt. d. Schw. Kreditanst.	Scheideggstrasse 22	II	1911
	Esslen, Joseph, Dr., Prof. an der Universität	Mühlebachstrasse 174	V	1911
	Farny, Jean Lucien, Prof. an der techn. Hochschule	Fehrenstrasse 23	V	1912
	Fassbender, Friedr., Dr., Prof. a. d. kant. Handelsschule	Florastrasse 22	V	1910
	Feer, Emil, Dr., Prof. an der Universität	Freiestrasse 108	V	1911
	Felix, Walter, Dr., Prof. an der Universität	Köllikerstrasse 7	V	1891
	Fenner, Karl, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Freiestrasse 211	V	1905
	Ferraris, Erminio, dipl. Bergingenieur	Freiestrasse 42	V	1911
	Fick, Adolf, Dr. med., Privatdoz. an der Universität	Schmelzbergstr. 34	V	1887
	Field, Herbert Haviland, Dr., Dir. d. Concil. Bibliogr.	Köllikerstrasse 9	V	1899
	Fingerhuth, Max, Dr. med.	Feldeggstrasse 80	V	1905
	Flückiger, Otto, Dr., Prof. an der höhern Töchterschule	Hadlaubstrasse 70	IV	1910
	Flury, Philipp, Adjunkt der forstl. Versuchsstation	Turnerstrasse 31	IV	1888
	Franel, Jérome, Dr., Prof. an der techn. Hochschule.	Wytikonerstrasse 43	V	1892
	Frank, Ludwig, Dr. med.	Zürichbergstrasse 45	V	1910
Frl.	**Frey, Hedwig,** Dr. phil.	Mittelbergstrasse 17	V	1912

	Name	Wohnung	Kreis	seit
Hr.	**Frei, Walter,** Dr., Prof. an der Universität	Treichlerstrasse 3	V	1912
	Frey-Honegger, Wilhelm, Graphiker	Hafnerstrasse 39	III	1911
	Frick, Theodor, Dr. med., Zahnarzt	Bergstrasse 86	V	1900
	Fritschi, Friedrich, Erziehungsrat	Steinwiesstrasse 18	V	1892
»	**Froehner, Julius,** Dr. med., Zahnarzt	Peterstrasse 1	I	1911
»	**Früh, Jakob,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Freiestrasse 6	V	1895
Frl.	**Fürst, Rosa,** cand. phil.	Plattenstrasse 46	V	1911
Hr.	**Gams, Hellmut,** stud. phil.	Theaterstr. 12	I	1912
	Ganz, Emil, Photograph	Wartstrasse 14	V	1905
	Gassmann, Theodor, Dr., Zahnarzt	Rämistrasse 39	I	1905
	Gaule, Georg Justus, Dr., Prof. an der Universität	Zürichbergstrasse 130	V	1887
	Gnehm, Robert, Dr., Prof., Präs. d. schw. Schulrates	Eidmattstrasse 26	V	1873
	von Gonzenbach, Willy, Dr. med.	Gloriastrasse 57	IV	1912
	Grete, E. August, Dr. phil., Vorst. d. agrikulturchem. Versuchsstat.	Haldenbachstrasse 31	IV	1894
	Grossmann, Marcel, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Herrenbergstrasse 1	V	1908
	Grubenmann, Ulrich, Dr., Prof. a. beiden Hochschulen	Titlisstrasse 34	V	1893
	Grün, Karl	Universitätsstrasse 87	IV	1910
»	**Gubler, Eduard,** Dr. phil., Privatdoz. a. d. Universit.	Universitätsstrasse 65	IV	1911
	Gysi, Alfred, Dr. med., Prof. a. d. Zahnarzt-Schule der Universität	Obere Zäune 10	I	1893
	Haab, Otto, Dr. med., Prof. an der Universität	Pelikanstrasse 41	I	1880
	Hæmig-Burgmeier, Emil, Beamter der S. B. B.	Nordstrasse 64	IV	1911
»	**Hartwich, Karl,** Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 76	V	1892
	Heim, Albert, Dr., Prof.	Hottingerstrasse 25	V	**1870**
	Heim, Arnold, Dr., Geologe	Hottingerstrasse 25	V	1906
	Henny, Gerhard, cand. chem.	Schmelzberg 22	IV	1911
	Henschen, Karl, Dr. med., Privatdozent a. d. Univ.	Voltastrasse 30	I	1910
	Herkenrath, Franz, Ingenieur	Rütschistrasse 12	IV	1912
	Herzfeld, Eugen, Dr., Ass. am chem. Lab. d. Kantonssp.	Treichlerstrasse 3	V	1911
	Herzog, Theodor, Dr., Privatdozent an der techn. Hochschule	Plattenstrasse 50	V	1909
	Hescheler, Karl, Dr., Prof. an der Universität	Mainaustrasse 15	V	1894
	Hess, Gottfried, Architekt	Limmatstrasse 117	III	1911
	Hess, Walter, Dr. med.	Winterthurerstr. 27	IV	1912
Frl.	**Hezner, Laura,** Dr. phil., Assist. u. Privatdoz. a. d. techn. Hochschule	Frohburgstrasse 69	IV	1909
Hr.	**Hilfiker, Jakob,** Dr. phil., Ing. f. schw. Landestopogr.	Talacker 11	I	1907
	Hilgard, Karl Emil, Prof., Ingenieur	Steinwiesstrasse 18	V	1910
	Hiller, Eduard, Apotheker, Sonnenapotheke	Rämistrasse 7	I	1911
	Hirsch, Arthur, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Reinacherstrasse 8	V	1903
	Hirschfeld, Ludwig, Dr. med.	Bergstrasse 118	V	1912
	Hirzel, Heinrich, Dr. med.	Neumarkt 11	I	1908
	Höhn, Walter, Sekundarlehrer	Kurvenstrasse 40	IV	1910
	Holst-Pellekaan, Wilhelm van, cand. geol.	Schmelzbergstr. 22	IV	1910
	Holzach-Rosselet, Daniel, Chemiker	Wotanstrasse 6	V	1910
»	**Howald, Ernst,** Dr., Gymnasiallehrer	Bergstrasse 98	V	1911
»	**Hubacher, Karl,** Dr., Kantonsapotheker	Belsitostrasse 20	V	1912
	Huber-Stockar, Emil, Ingenieur	Neumünsterallee 12	V	1888
	Huber-Werdmüller, Peter Emil, Oberst	Mühlebachstrasse 85	V	**1863**
	Huber, Robert, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Zeltweg 15	V	1910

			seit
Hr. **Hüni-Caumont, Emil,** Kaufmann	Brandschenkestr. 28	II	1911
Hug, Jakob, Dr., Sekundarlehrer	Rietlistrasse 6 a	IV	1910
Huguenin, Gustav, Dr. med., Prof.	Bergstrasse 50	V	1878
Hurwitz, Adolf, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Bächtoldstrasse 11	V	1892
Jabs, Asmus, techn. Direktor	Alpenstrasse 3	II	1905
Jaccard, Paul, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Konkordiastrasse 12	V	1903
Jænike-Schneider, Emil, Priv.-Lehrer	Freiestrasse 34	V	1908
Jantsch, Gustav, Dr., Privatdozent an der Universität	Plattenstrasse 34	V	1910
Keller, W. Adolf, Dr. phil., Geologe	Bolleystrasse 18	IV	1911
Keller-Escher, Karl, Dr., a. Kantonsapotheker	Seestrasse 123	II	1882
Keller, Konrad, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Forchstrasse 151	V	1875
Keller, Konrad, Landwirt	Guggachstrasse 12	IV	1902
Kiefer, Adolf, Dr., Prof. am Institut Konkordia	Minervastrasse 149	V	1894
Klages, Wilhelm, Hütteningenieur	Weinbergstrasse 78	IV	1912
Kleiber, Albert, Dr.	Kirchgasse 13	I	1893
Kleiner, Alfred, Dr., Prof. a. d. Univ. u. Erziehungsrat	Sumatrastrasse 24	IV	1873
Klett, Max, Dr. phil., Chemiker	Heliosstrasse 6	V	1911
Klinger, Rudolf, Dr. med., Assistent am Hyg.-Institut	Feldeggstrasse 41	V	1911
Kramer, Ulrich, Dr.	Weinbergstrasse 149	IV	1911
Krige, L. J., stud. geol.	Bolleystrasse 48	IV	1912
Küpfer, Max, stud. rer. nat.	Klausstrasse 20	V	1911
Kummer, Walter, Dr., Ing.-Kons., Prof. a. d. techn. Hochschule	Mythenstrasse 15	II	1910
Kym, Otto, Dr., Chemiker, chem. Univers.-Labor.	Schulhausstrasse 23	II	1910
Lämmel, Rudolf, Dr., Dir. d. Reform-Gymn. (Privatschule)	Schmelzbergstr. 27	IV	1906
Lang, Arnold, Dr., Prof. an beiden Hochschulen	Rigistrasse 50	IV	1889
Laue, Max, Dr., Prof. der Physik an der Universität	Rötelstrasse 15	IV	1912
Lautenbach, Max, Dr. jur.	Sonneggstrasse 29	IV	1912
Lebedinsky, Nahum, cand. phil.	Wethlistrasse 4	V	1909
Lehmann, Walter, Dr. phil., Lehrer am freien Gymn.	Werdgartengasse 16	II	1910
Levien, Max, cand. phil.	Landoltstrasse 8	IV	1911
Liebmann, Erich, Dr. med., Assist. am path. Institut	Kantonsspital	V	1912
Löwensberg, Paul, Dr. med. pract.	Carmenstrasse 23	V	1912
Lüdin, Emil, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Stolzstrasse 14	IV	1896
Lüthy, Adolf, Dr., Prof. an der höh. Töchterschule	Streulistrasse 35	V	1904
Lunge, Georg, Dr., Prof.	Carmenstrasse 37	V	1876
Machwürth, Joseph, Dr., Prof. a. d. Zahnarztschule d. Universität	Gladbachstrasse 83	V	1904
Maier, Hans Wolfgang, Dr. med., Arzt im Burghölzli	Lenggstrasse 31	V	1909
Maurer, Julius, Dr., Direkt. d. Meteor. Zentr.-Anst.	Sophienstrasse 12	V	1881
Medicus, Fritz, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Biberlinstrasse 25	V	1911
Meierhofer, Hans, Dr., Erziehungs-Sekretär	Hottingerstrasse 32	V	1908
Meissner, Ernst, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Freudenbergstr. 69	V	1910
Meister, Otto, Dr., Chemiker	Universitätsstrasse 89	IV	1893
Meister, Ulrich, Dr., Nationalrat	Göthestrasse 10	I	1903
Mende-Ernst, Theodor, Dr. med.	Dreikönigstrasse 37	II	1883
Mertens, Walter, Gartenarchitekt	Asylstrasse 114	V	1910

	Name	Adresse	Kreis	seit
Hr.	**Messikommer, Heinrich,** Antiquar	Hechtplatz 1	I	1910
»	**Meyer-Schärer, Emil,** Dr.	Seestrasse 84	II	1907
Frl.	**Meyer, Frieda,** cand. zool.	Eidmattstrasse 38	V	1912
Hr.	**Meyer-Fierz, Fritz,** Kaufmann	Zollikerstrasse 105	V	1910
	Meyer-Rüegg, Hans, Dr. med., Privat-Doz. a. d. Univ.	Freiestrasse 116	V	1910
	Meyer-Hürlimann, Karl, Dr. med.	Hottingerstrasse 20	V	1901
	Monakow, Konstantin von, Dr., Prof. an der Universit.	Dufourstrasse 116	V	1887
	Müller, Albert, Buchhändler	Nägelistrasse 9	V	1905
	Müller, Alexander, cand. phil.	Kurhausstrasse 8	V	1911
Frl.	**Müller, Charlotte,** Dr. med.	Göthestrasse 10	I	1911
Hr.	**Müller, Heinrich,** a. Chemiker	Susenbergstrasse 173	IV	1912
	Muralt, Wilhelm von, Dr. med	Rämistrasse 18	V	1883
	Naef, Max, Dr. med.	Signaustrasse 9	V	1910
	Narutowicz, Gabr., Ing., Prof. an der techn. Hochsch.	Hegibachstrasse 147	V	1912
	Oswald, Adolf, Dr. med., Privatdoz. an der Universit.	Gartenstrasse 24	II	1903
	Ott, Hans, Direktor der Ott-Toblerschen Privatschule	Hottingerstrasse 30	V	1910
	Pestalozzi-Bürkli, Anton, Dr.	Löwenstrasse 21	I	1903
Frl.	**Peter, Margarethe,** Lehrerin	Sophienstrasse 12	V	1911
Hr.	**Piccard, Aug.,** Assistent f. Phys., dipl. Masch.-Ing.	Schönleinstrasse 8	V	1912
	Pfeiffer, Paul, Dr., Prof. an der Universität	Sonneggstrasse 82	IV	1901
	Prášil, Franz, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Heuelstrasse 51	V	1894
	Quervain, Alfred August de, Dr., Privatdozent an beiden Hochschulen, Adjunkt der meteorologischen Zentral-Anstalt	Samariterstrasse 31	V	1907
	Rahn, Konrad, Dr. med.[1]	Winkelwiese 5	I	**1854**
	Rascher, Max, Buchhändler	Rathausquai 20	I	1905
	Raths, Jakob, Sekundarlehrer	Streulistrasse 31	V	1897
	Reichinstein, David, Dr., Dipl.-Ing.	Plattenstrasse 50	IV	1911
	Reitz, Wilhelm, Oberingenieur	Schipfe 29	I	1904
	Rikli, Martin, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Brandschenkesteig 12	II	1894
	Ritzmann, Emil, Dr. med.	Bahnhofstrasse 58	I	1889
	Rohn, Arthur, Prof. an der Eidg. Techn. Hochschule	Blümlisalpstrasse 11	IV	1912
	Rollier, Louis, Dr., Privatdoz. an beiden Hochschulen	Culmannstrasse 36	IV	1905
	Roth, Otto, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Engl. Viertel 54	V	1891
	Roth, Wilhelm, Dr. med.	Plattenstrasse 34	V	1910
	Rothenhäusler, Oscar, Apotheker, stud. med.	Gloriastrasse 70	V	1911
	Rothpletz, Gottlieb Friedrich, Stadtgärtner	Belvoirpark	II	1903
Fr.	**Rotszaja, Sophie,** stud. phil.	Physikstrasse 6	V	1911
Hr.	**Rudolph-Schwarzenbach, Eduard,** Kaufmann	Scheideggstrasse 45	II	1912
	Rübel, Eduard, Dr., Pflanzengeograph	Zürichbergstrasse 30	V	1903
	Rüeger, Armin, Assistent am Herbarium Rübel	Eidmattstrasse 59	V	1911
	Rüst, Ernst, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Hadlaubstrasse 106	IV	1910
»	**Ruge, Georg,** Dr., Prof. an der Universität	Rigistrasse 35	IV	1898
	Rusterholz, Arnold, Dr., Prof. an der Universität	Tödistrasse 51	II	1910

[1]) Unser ältestes Mitglied.

	Name	Wohnung	Kreis	seit
Hr.	**Sammet, O.,** Dr., Apotheker	Rosengasse 9 . . .	I	1912
»	**Sauerbruch, Ferdinand,** Dr. med., Prof. a. d. Univ.	Florhofgasse 2 . .	V	1911
»	**Schäppi, Theodor,** Dr. med. et phil.	Josephstrasse 67 . .	III	1904
»	**Schärtlin, Georg Gottfried,** Dr., Direkt. d. Rentenanst.	Alpenquai 40 . . .	II	1894
	Schardt, Hans, Dr., Prof. an beiden Hochschulen . .	Voltastrasse 18 . .	V	1911
	Schaufelberger, Alfred, Sekundarlehrer	Nordstrasse 46 . .	IV	1910
»	**Schaufelberger, Wilhelm,** Dr.	Neue Beckenhofstr. 14	IV	1902
»	**Scheitlin, Walter,** Dr. med. vet.	Lessingstrasse 35 .	II	1911
	Schellenberg, Hans, Dr., Prof. an der techn. Hochschule .	Hofstrasse 63 . . .	V	1895
»	**Schellenberg, Kaspar,** Dr., Tierarzt	Hofstrasse 65 . . .	V	1896
»	**Scherrer, Otto,** Dr., Prof. an der Kantonsschule . .	Promenadengasse 12	I	1901
»	**Schindler, Konrad,** Dr. med.	Seegartenstrasse 2 .	V	1907
	Schindler-Stockar, Dietrich, Dr. jur., Rechtsanwalt .	Rämistrasse 2 . . .	I	1911
	Schinz, Hans, Dr., Prof. an der Universität . . .	Seefeldstrasse 12 . .	V	1889
»	**Schläpfer-Rippstein, Friedrich,** Apotheker	Alte Beckenhofstr. 63	IV	1906
	Schlaginhaufen, Otto, Dr., Prof. an der Universität .	Bolleystrasse 52 . .	IV	1904
	Schmidt, Oscar, Dr., Direkt. d. Akkumul.-Fabr. Oerlikon	Scheideggstrasse 35 .	II	1900
	Schoch-Etzensperger, Emil, Dr.	Zollikerstrasse 136 .	V	1898
	Schöller, Cäsar, Dr., Fabrikant	Zeltweg 34	V	1878
	Schöller, Walter, stud. chem.	Zeltweg 34	V	1910
	Schoop, Max Ulrich, Physiker	Hardturmstrasse 82 .	III	1912
	Schröder, Otto, cand. rer. nat., Chemiker . . .	Hottingerstrasse 52 .	V	1912
	Schröter, Carl, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Merkurstrasse 70 . .	V	1878
	Schulthess-Schindler, Anton von, Dr. med. . . .	Kreuzbühlstrasse 16 .	V	1889
»	**Schulthess-Hünerwadel, Hans,** Verlags-Buchhändler .	Cäcilienstrasse 5 . .	V	1910
»	**Schulthess, Wilhelm,** Dr. med., Prof. a. d. Universit.	Neumünsterallee 3	V	1893
	Schumacher, Emil, Dr. med., I. Assistenzarzt an der chirurg. Klinik u. Privatdozent an der Universit.	Plattenstrasse 7 . .	V	1911
	Schwarz, Emil, Dr. med., Bezirksarzt	Seidengasse 9 . . .	I	1910
»	**Schwarzenbach, Ernst,** Dr. med.	Stockerstrasse 32 .	II	1907
	Schweitzer, Alfred, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Gladbachstrasse 33 .	V	1902
	Schweizer, Robert, Dr. med.	Stadelhoferstrasse 15	V	1910
»	**Seelig, Karl,** Fabrikant	Mythenquai 4 . . .	II	1910
	Seiler, Ulrich, Dr., Prof. an der Kantonsschule . .	Pestalozzistrasse 29 .	V	1901
	Seitz, Johann, Dr. med.	Plattenstrasse 86 .	V	1874
»	**Siede, Walter,** gen. **de Haas,** Redaktor d. Kosmos .	Physikstrasse 7 . .	V	1911
	Silberschmidt, William, Dr. med., Prof. an der Univ.	Gemeindestrasse 25 .	V	1903
	Simon, Werner, stud. med.	Schönberggasse 5 .	I	1912
	Speckert, Joseph, Dr. med.	Bahnhofstrasse 5 . .	I	1912
	Sperber, Joachim, Dr., Fachlehrer	Büchnerstrasse 16 .	V	1898
	Spitteler, Adolf, ehem. Beamter d. ind. Agricult.-Depart.	Mittelstrasse 20 . .	V	1910
	Staedtner, Otto, stud. phil. Geogr.	Universitätsstrasse 18	IV	1912
	Stähelin-Bächtold, Josef, Kaufmann	Asylstrasse 77 . .	V	1910
	Staub, Rudolf, cand. geol.	Titlisstrasse 34 . .	V	1911
Fr.	**Staub-Wagopoff, Sara,** cand. geol.	Titlisstrasse 34 . .	V	1911
Hr.	**Stäubli, Karl,** Dr. med.	Seestrasse 22 . . .	II	1903
	Standfuss, Max, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Kreuzplatz 2 . . .	V	1889
	Staudinger, Dr., Prof. der Chemie an der Eidg. Techn. Hochschule	Hadlaubstrasse 81 .	IV	1912
	Stebler, Friedrich Gottlieb, Dr., Direkt. d. agrikulturbot. Anstalt	Utoquai 43	V	1879
»	**Stebler, Karl,** Lehrer	Gladbachstrasse 76 .	V	1895

				Seit
Hr.	**Steiger, Adolf,** Dr. med.	Goldauerstrasse 7	IV	1905
»	**Steiner, Albert Karl,** Dr. med.	Apollostrasse 2	V	1910
»	**Steiner, Hans,** cand. phil.	Turnerstrasse 42	IV	1912
»	**Stierlin, Hans,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Eidmattstrasse 32	V	1910
»	**Stodola, Aurel,** Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Freiestrasse 62	V	1894
»	**Stoll, Otto,** Dr., Prof. an der Universität	Klosbachstrasse 75	V	1875
»	**Stoppani, Giovanni Ambrosio,** Dr. med., Prof. an der Zahnarztschule der Universität	Bahnhofstrasse 27	I	1903
»	**Suter, Johann Jakob,** Dr. med.	Stockerstrasse 40	II	1910
»	**Täuber, Karl Paul,** Ingenieur	Werdmühleplatz 1	I	1910
»	**Thellung, Albert,** Dr., Priv.-Doz. a. d. Univ.	Dufourstrasse 73	V	1911
»	**Tobler, Adolf,** Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Winkelwiese 4	I	1873
»	**Treadwell, Paul Ferdinand,** Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Bächtoldstrasse 15	IV	1894
»	**Tschulok, Sinai,** Dr., Fachlehrer für Naturwissensch. und Privat-Dozent an der Universität	Gloriastrasse 68	V	1909
»	**Ulrich, Alfred,** Dr. med., Leiter der Epilept. Anstalt	Südstrasse 150	V	1903
»	**Veraguth, Otto,** Dr. med., Privatdoz. a. d. Universität	Ringgerstrasse 11	II	1903
»	**Volkart, Albert,** Dr., I. Assist. d. agrikulturbot. Anst.	Frohburgstrasse 67	IV	1900
»	**Walter, Hans,** cand. phil.	Weinplatz 3	I	1912
»	**Weber, Emil,** Dr., Sek.-Lehrer	Hotzestrasse 35	IV	1911
»	**Wegmann, Gustav,** Ingenieur	Hofstrasse 132	V	1898
»	**Wehrli, Hans,** Dr., Prof. an der Universität	Kurhausstrasse 11	V	1903
»	**Wehrli, Leo,** Dr., Prof. a. d. höh. Töchterschule	Hochstrasse 60	V	1895
»	**Weiss, Pierre,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Rigistrasse 14	IV	1902
»	**Weissenbach-Griffin, Werner,** Ingenieur	Lavaterstrasse 57	II	1910
»	**Wenk, Ernst,** Dr., Direktor des Institutes Erika	Rötelstrasse 65	IV	1888
»	**Werner, Alfred,** Dr., Prof. an der Universität	Freiestrasse 111	V	1892
»	**Wettstein, Ernst,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Zürichbergstrasse 58	V	1904
»	**Wettstein, Walter,** Sekundarlehrer	Birmensdorferstrasse 224	III	1893
»	**Wiesmann, Theodor,** Sekundarlehrer	Hegibachstrasse 28	V	1907
»	**Wild, Oscar,** Dr. med.	Steinwiesstrasse 31	V	1911
»	**Wild-Schläpfer, Felix,** Direkt. b. Orell Füssli & Comp.	Seewartstrasse 28	II	1903
»	**Winterstein, Ernst,** Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Physikstrasse 4	V	1893
»	**Wolfer, Alfred,** Dr., Prof. an beiden Hochschulen	Sternwarte	V	1880
»	**Wreschner, Arthur,** Dr., Prof. a. d. Universität und Privatdozent an der techn. Hochschule	Goldauerstrasse 40	IV	1906
»	**Wünsche, Fritz,** Dr.	Voltastrasse 32	V	1911
»	**Wyder, Theodor,** Dr., Prof. an der Universität	Eleonorenstrasse 2	V	1910
»	**Wyss, Max Oscar,** Dr. med.	Seefeldstrasse 23	V	1910
»	**Wyss, Oscar,** Dr., Prof.	Kilchbergstrasse 85	II	1883
»	**v. Wyss-Schindler, Wilhelm,** Dr., Prof., Rektor der höhern Töchterschule	Hirschengraben 1	I	1911
»	**Zangger, Heinrich,** Dr., Prof. an der Universität	Bergstrasse 25	V	1904
»	**Zeller, Heinrich,** Dr. jur., Rechtsanwalt	Hofstrasse 136	V	1903
»	**Zermelo, Ernst,** Dr., Prof. an der Universität	Schönberggasse 9	I	1911
»	**Zietzschmann, Otto,** Dr., Prof. an der Universität	Nordstrasse 64	IV	1907
»	**Zölly-Veillon, Heinrich,** Ingenieur	Brunaustrasse 42	II	1910

				seit
Hr.	**Zollinger-Jenny, Ernst,** Fabrikant	Bellariastrasse 57	II	1884
	Zschokke, Erwin, Dr., Prof. an der Universität	Selnaustrasse 36	I	1889
	Zürcher, Ernst, Buchdrucker	Brunngasse 2	I	1906

B. In der Schweiz, aber ausserhalb Zürichs wohnend.

			seit
Hr.	**Amez-Droz, Henri,** Ingenieur bei den S. B. B.	Zollikon	1910
»	**Bachmann, Hans,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Luzern	1897
»	**Bangerter, Fr.,** Chemiker	Männedorf	1912
»	**Baragiola, Wilhelm Italo,** Abteilungsvorstand der Schweiz. Versuchsanstalt, Privatdozent a. d. techn. Hochschule	Wädenswil	1911
»	**Baumann, Eugen,** Dr., Botaniker	Küsnacht b. Zch.	1910
»	**Beglinger, Johann,** Fabrikant	Wetzikon	1902
	Behn-Eschenburg, Hans, Dr. phil., Direktor	Oerlikon	1910
	Bender, Paul, Lithographie-Besitzer	Zollikon	1911
	Biber, Hugo, Dr. med.	Horgen	1910
	Biber, Walter, Sekundarlehrer	Thalwil	1910
	Blattmann-Ziegler, Heinrich, Fabrikant	Wädenswil	1911
»	**Bloch, Isaak Adolf,** Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	1895
	Bloch, Otto, Dr., Ingenieur, Experte beim eidg. Patent-Amt	Bern	1912
	Bührer, Jean Christian, Apotheker	Clarens	1893
	Burri, Robert, Dr., Prof., Abteil.-Vorst. d. eidg. Versuchsstat.	Liebefeld-Bern	1896
	Burri, Franz Xaver, Forstinspektor der Gotthardbahn	Luzern	1900
»	**Claraz, Georg**	Lugano	1894
	Denzler, Wilhelm, Ingenieur	Küsnacht b. Zch.	1892
	Du Pasquier, Gustav, Dr., Prof. an der Universität	Neuchâtel	1907
»	**Dürst, Ulrich,** Dr., Prof. an der Universität	Bern	1899
	Dürsteler, Wilhelm, Dr., Chemiker	Thalwil	1910
	Egli, Max, Dr., Prof., Lehrer für Mathematik	Herrliberg	1910
	Erb, Josef, Dr.	Suhr, Aargau	1899
	Felix, Florian, Dr. med., Arzt	Wädenswil	1910
	Fliegner, Alb., Dr., Prof.	Oberwil b. Zug	**1870**
	Frey, Hans, Dr. phil., Prof. am Seminar	Küsnacht b. Zch.	1896
	Geiser, Karl Friedrich, Dr., Prof. a. d. techn. Hochschule	Küsnacht b. Zch.	1883
	Gerlach, Rudolf, Dr., Prof. am Seminar	Küsnacht b. Zch.	1905
	Glauser, Rudolf, dipl. Chemiker	Dornach, Soloth.	1912
	Gramann, August, Dr. phil., Bezirkslehrer	Elgg, Kt. Zch.	1899
	Grisch, Andreas, Dr., Assist. a. d. agrikulturbotan. Anstalt	Oerlikon	1907
	Guggenheim, William, Kaufmann	Baden, Aargau	1910
	Halperin, Jakob, Dr. med.	Uster	1910
	Hauri, Hans, Dr., Fridericianum	Davos	1911
»	**Heer, Hans,** stud. zool.	Schaffhausen	1912
	Hefti, Paul, Forstmeister	Bülach	1910
	Hofer, Hans, Lithographie-Besitzer	Küsnacht	1912
»	**Holliger, Wilhelm,** Dr., Seminarlehrer	Wettingen	1896
»	**Huber, Hans,** cand. med.	Kilchberg b. Zch.	1910
	Huber, Hermann, Ingenieur	Männedorf	1900
	Huber, Max, Dr., Prof. der Rechte an der Universität	Schloss Wyden b. Ossingen	1910

	Name	Wohnort	seit
Hr.	**Imhof, Othmar Emil,** Dr.	Königsfelden-Brugg	1882
»	**Jenny-Tschudi, Daniel,** Fabrikant	Glarus	1911
	Keer, Arnold, Chemiker	Kilchberg b. Zch.	1910
	Keller, Emil, Dr. med., Arzt	Küsnacht b. Zch.	1910
	Kienast, Alfred, Dr., Privatdozent a. d. techn. Hochschule	Küsnacht b. Zch.	1905
	Kœlsch, Adolf, Dr., naturwiss. Schriftsteller	Rüschlikon	1910
	Kopp, Robert, Dr., Prof. an der Kantonsschule	St. Gallen	1896
	Künzli, Emil, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Solothurn	1901
	Kunz, Carl, Sekundarlehrer	Schlieren	1911
	Leuzinger, Rudolf, Vorsteher der kant. Mädchen-Erz.-Anst.	Mollis	1909
	Meister, Friedrich, Sekundarlehrer	Horgen	1893
	Mühlberg, Friedr., Dr., Prof.	Aarau	1911
	Müller-Thurgau, Hermann, Dr., Direkt. d. Schw. Versuchsanst.	Wädenswil	1891
	Oppliger, Fritz, Dr., Prof. am Seminar	Küsnacht b. Zch.	1893
	Osterwalder, Adolf, Dr., Adjunkt a. d. Schw. Versuchsanst.	Wädenswil	1903
	Panchaud de Bottens, Adalbert, Dr. phil., Assistenzarzt am Kantonsspital	Schaffhausen	1911
	Pünter, Albert, Sekundarlehrer	Uster	1910
Frl.	**Pfister, Martha,** Lehrerin	Oerlikon	1911
Hr.	**Ris, Friedrich,** Dr. med., Direktor der Pflegeanstalt	Rheinau	1892
	Schmid, Eduard, Prof. Dr. Seestrasse 210	Kilchberg b. Zch.	1905
	Schneider-von Orelli, Otto, Dr., Assist. a. d. Schw. Versuchsanstalt	Wädenswil	1910
	Schwerz, Franz, Dr., Anthropologe	Bern	1911
	Schwyzer, Fritz, Dr. med.	Kastanienbaum b. Luzern	1912
	Stadler, Salomon, Dr., Prof.	Zug	1883
	Staub-Elmenhorst, Bernhard, Kaufmann	Zollikon	1910
	Stauffacher, Heinrich, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Frauenfeld	1893
	Steiger, Karl, Kunstmaler	Kilchberg b. Zch.	1910
	Steiner, Gotthilf, Dr., Gymnasiallehrer	Thalwil	1911
	Steiner, Alfred, Dr., Gymnasiallehrer	Bern	1910
	Suter, Heinrich, Dr., Prof. an der Kantonsschule	Goldbach b. Küsnacht	1871
	Trueb, Reinhold, Ingenieur, Fabrikant	Hombrechtikon	1911
	Ulrich, Konrad, med. pract., Assistenzarzt am Kantonsspital	Glarus	1912
	Usteri, Alfred, Dr., Sekundarlehrer ständige Adresse:	Gloriastrasse 64	1910
Frl.	**Wachter, Ida,** Sekundarlehrerin	Feldmeilen	1910
Hr.	**Wartenweiler, Traugott,** Sekundarlehrer	Oerlikon	1895
	Wiederkehr, Rudolf, Sekundarlehrer	Oberrieden b. Zch.	1910
	Wyss, Eduard v., Dr. med.	Bruggen	1910
	Wyssling, Walter, Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Wädenswil	1893
	Zschokke, Theod., Obstbautechniker a. d. eidg. Versuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau	Wädenswil	1912
	Zuberbühler, Arnold, a. Sekundarlehrer	Bern	1892
	Zuppinger, Emil, Fabrikant	Wallisellen	1892
	Zürcher, Joh. Friedr.	Bühler a. Rh.	1910

IX.

Auswärtige Mitglieder.

Ausserhalb der Schweiz wohnend.

			seit
Hr.	**Adler, Friedr.,** Dr., Physiker	Wien	1906
»	**Bohbeck, Kasimir,** Prof.	Przemysl, Galiz.	1894
»	**Bitterli, Emil,** Ing. Comp. génér. de l'Electr., Avenue Elisée Rechus 19. VII. e.	Paris	1910
»	**Bühler, Anton,** Dr., Prof. an der Universität	Tübingen	1882
»	**Burkhardt, Heinrich,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	München	1897
»	**Culmann, Paul,** Dr.	Paris	1885
»	**Debye, Peter,** Dr., Prof., Universität	Utrecht, Holland	1911
»	**Disteli, Martin,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	Karlsruhe	1892
»	**Dörr, Karl,** Dr. med.	Frankfurt a. M.	1896
»	**Driesch, Hans,** Dr.	Heidelberg	1892
»	**Eggeling, Heinrich,** Dr. med., Prof. an der Universität	Jena	1888
»	**Emden, Robert,** Dr., Prof. an der techn. Hochschule	München	1888
»	**Ernst, Paul,** Dr. med., Prof. an der Universität	Heidelberg	1901
»	**Escher, Berend,** Dr. sc. nat., Assist. a. Geol. Min. Inst. d. Univ.	Delft, Holl. Nieuwe Plant. 51b	1910
»	**Frey, Max von,** Dr. med., Prof. an der Universität	Würzburg	1898
»	**Gogarten, Emil,** Dr., Geologe	Borneo	1907
»	**Goldschmidt, Heinrich,** Dr., Prof. an der Universität	Christiania	1881
»	**Grandmougin, Eugène,** Dr., Prof.		1905
»	**Günthart, E. Aug.,** Dr.	Leipzig-Gohlis, Beaumontstr. 11	1910
Frl.	**Hallmann, Amalie**	Bremen, Wall 129	1910
Hr.	**Hegi, Gustav,** Dr., Prof. an der Universität	München	1903
»	**Herbst, Kurt,** Dr.	Heidelberg	1892
»	**Heubner, Wolfgang,** Dr. med.	Göttingen	1905
»	**Höber, Rudolf,** Dr. med., Prof. an der Universität	Kiel	1889
»	**Holland,** Dr., Direktor des Carnegie Museums	Pittsburg	1910
»	**Jordan, Hermann,** Dr., Privatdozent an der Universität	Tübingen	1903
»	**Lorenz, Richard,** Dr., Prof.	Frankfurt a. M.	1897
»	**Martin, Paul,** Dr., Prof. an der Universität	Giessen	1889
»	**Martin, Rud.,** Dr., Prof.	Versailles	1890
»	**Maurizio, Adam,** Dr., Prof. am Polytechnikum	Lemberg	1902
»	**Meyer, Edgar,** Dr., Prof. Nauclerstr. 23	Tübingen	1907
»	**Mollison, Theod.,** Dr., Anthropol. Museum	Dresden	1905
»	**Nägeli, Otto,** Dr. med., Prof. an der Universität	Tübingen	1902
»	**Overton, Ernst,** Dr., Prof. an der Universität	Stockholm	1890
»	**Pfister, Rudolf,** Dr.	Lyon	1890
»	**Ribbert, Hugo,** Dr. med., Prof. an der Universität	Bonn	1893
»	**Rose, Edmund,** Dr. med., Prof. an der Universität	Berlin	1868
»	**Rothpletz, August,** Dr., Prof. an der Universität	München	1880
»	**Schall, Karl,** Dr., Prof. an der Universität	Leipzig	1889
»	**Schmidt, Ehrhardt,** Dr., Prof. an der Universität	Marburg	1908
»	**Schottky, Friedrich,** Dr., Prof. an der Universität	Berlin	1883

			seit
Hr.	**Staub, Walter,** Dr. sc. nat., b. Herrn v. Benkendorf . .	Baku	1911
	Stickelberger, Ludwig, Dr., Prof. an der Universität . .	Freiburg i. Baden	1874
	Stix, Oswald, Dr., Ingenieur	Wien	1908
	Strohl, Hans, Dr., zool. Station	Neapel	1907
	Swellengrebel, Nicolaus Hendrik, Dr., Pr.-Doz. a. d. Univ.	Amsterdam . .	1908
	Swerinzew, Leonidas, Dr.	Petersburg . .	1892
	Tolwinsky, Constantin, Dr., Geologe	Sumatra . . .	1911
	Vöge, Adolf, Bibliographe	Amerika . . .	1908
	Wagener, A. . . . . Brendelstr. 9	Homburg v. d. Höhe . .	1910
	Weber, Friedr., Dr., Geologe	Timor	1904
	Wild, Paul Friedrich	München . . .	1894
	Wundt, Wilhelm, Dr. med., Prof. an der Universität . .	Leipzig	1874
	Zschokke, Achilles, Dr., Direktor der Weinbauschule . .	Neustadt Pfalz .	1890
	Zürcher, Leo, Dr., Zoologe	Amerika . . .	1911

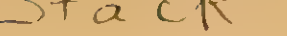
X.

Vorstand.

Präsident:	Hr.	**E. Huber-Stockar,** Ingenieur, Neumünsterallee 12	1912
Vizepräsident:	»	**Heinr. Zangger,** Dr., Prof., Bergstrasse 25	1912
Sekretär:	»	**E. Rübel,** Dr., Zürichbergstrasse 30	1912
Quästor:	»	**Hans Kronauer,** Dr., Mathem. der Rentenanstalt, Dolderstr. 9 .	1887
Bibliothekar:	»	**Hans Schinz,** Dr., Prof., Seefeldstr. 12	1892
Beisitzer:	»	**Carl Schröter,** Dr., Prof., Merkurstr. 70	1912
		Karl Egli, Dr., Prof., Haldenbachstr. 33	1910

Rekapitulation.

		Auf 31. Dezember 1912
I. **Ehrenmitglieder**		14
II. **Korrespondierende Mitglieder**		4
III. **Ordentliche Mitglieder**		395
A. In Zürich wohnend	312	
B. Ausserhalb Zürichs wohnend	83	
IV. **Auswärtige Mitglieder**		55
		468



Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

Zürich.

Unter Mitwirkung der Herren

Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. C. SCHRÖTER

herausgegeben

von

Prof. Dr. HANS SCHINZ

Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität Zürich.

Siebenundfünfzigster Jahrgang. 1912. Drittes und viertes Heft.

Mit 1 Tafel.

Ausgegeben am 28. Februar 1913.

Zürich,

in Kommission bei Beer & Co.

1913.

Inhalt.

Preise für Separata aus der Vierteljahrsschrift.

	25 Exempl.	50 Exempl.	75 Exempl.	100 Exempl.	125 Exempl.	150 Exempl.	175 Exempl.	200 Exempl.	225 Exempl.	250 Exempl.	275 Exempl.	300 Exempl.
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1/8 Bogen 2 Seiten	3. 70	4. 20	4. 70	5. 20	5. 70	6. 20	6. 70	7. 20	7. 70	8. 20	8. 70	9. 20
1/4 " 4 "	5. 10	5. 80	6. 50	7. 20	7. 90	8. 60	9. 30	10. -	10. 70	11. 40	12. 10	12. 80
1/2 " 8 "	7. 60	8. 60	9. 60	10. 60	11. 60	12. 60	13. 60	14. 60	15. 60	16. 60	17. 60	18. 60
3/4 " 12 "	12. 20	13. 40	14. 60	15. 80	17.	18. 20	19. 40	20. 60	21. 80	23. -	24. 20	25. 40
1/1 " 16 "	12.	13. 40	14. 80	16. 20	17. 60	19. —	20. 40	21. 80	23. 20	24 60	26 -	27. 40
Umschläge mit dem gewöhnlichen Titel	3. 70	4. 30	4. 90	5. 50	6. 10	6. 70	7 30	7. 90	8. 50	9. 10	9. 70	10. 30

Die Kosten für Heften und Beschneiden sind in diesen Preisen inbegriffen.

Die „**Vierteljahrsschrift**" der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich — in Kommission bei Beer & Co. — kann durch jede Buchhandlung bezogen werden. Bis jetzt sind erschienen Jahrgang 1—57 (1856—1912) als Fortsetzung der in 4 Bänden (1847—1855) veröffentlichten „Mitteilungen" der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Vom 51. Jahrgange an beträgt der Preis der Vierteljahrsschrift 12 Fr. jährlich. Ältere Jahrgänge sind, soweit noch vorhanden, zu reduzierten Preisen erhältlich. Der 41. Jahrgang — Festschrift der Naturforschenden Gesellschaft zur Feier ihres 150jährigen Bestehens — kostet 20 Fr. Er besteht aus der Geschichte der Gesellschaft (274 Seiten und 6 Tafeln), aus 35 wissenschaftlichen Abhandlungen (598 Seiten und 14 Tafeln) und einem Supplemente (66 Seiten).

Die seit **1799** in ununterbrochener Folge von der Gesellschaft herausgegebenen „**Neujahrsblätter**" sind ebenfalls durch die Buchhandlung Beer & Co. zu beziehen.

Seit 1865 sind erschienen:

P. Arbenz: Über Karrenbildungen. 1913. G. Asper: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Tiere. 1881. R. Billwiller: Kepler als Reformator der Astronomie. 1878. Die meteorologische Station auf dem Säntis. 1888. K. Bretscher: Zur Geschichte des Wolfes in der Schweiz. 1906. C. Cramer: Bau und Wachstum des Getreidehalmes. 1889. A. Escher v. d. Linth und A. Bürkli: Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. 1871. A. Forel: Die Nester der Ameisen. 1893. H. Fritz: Aus der kosmischen Physik. 1875. Die Sonne. 1885. E. Gräffe: Reisen im Innern der Insel Viti Levu. 1868. U. Grubenmann: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. 1899. C. Hartwich: Das Opium als Genussmittel. 1898. O. Heer: Die Pflanzen der Pfahlbauten. 1866. Flachs und Flachskultur. 1872. Alb. Heim: Einiges über die Verwitterungsformen der Berge. 1874. Ueber Bergstürze. 1882. Geschichte des Zürichsees. 1891. Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895 (unter Mitwirkung von L. Du Pasquier und F. A. Forel). 1896. Neuseeland. 1905. Der Bau der Schweizeralpen. 1908. Arn. Heim: Über Grönlands Eisberge. 1911. Th. Herzog: Reisebilder aus Ostbolivia. 1910. K. Hescheler: *Sepia officinalis* L. Der gemeine Tintenfisch. 1902. Der Riesenhirsch. 1909. J. Jäggi: Die Wassernuss und der Tribulus der Alten. 1884. Die Blutbuche zu Buch am Irchel. 1894. C. Keller: Über Farbenschutz in der Tierwelt. 1879. A. Lang: Geschichte der Mammutfunde (mit Bericht über den Fund in Niederweningen). 1892. G. Lunge: Beleuchtung sonst, jetzt und einst. 1900. A. Menzel: Zur Geschichte der Biene und ihrer Zucht. 1865. Die Biene. 1869. C. Moesch: Geologische Beschreibung der Umgebungen von Brugg. 1867. Wohin und warum ziehen unsere Vögel. 1877. Der japanische Riesensalamander und der fossile Salamander von Oeningen. 1887. J. Pernet: Hermann v. Helmholtz. 1895. A. de Quervain: Aus der Wolkenwelt. 1912. M. Rikli: Kultur und Naturbilder von der spanischen Riviera. 1907. F. Rudio: Zum hundertsten Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft. 1898. E. Schär: Das Zuckerrohr. 1890. H. Schinz: Schweizerische Afrika-Reisende und der Anteil der Schweiz an der Erschliessung und Erforschung Afrikas überhaupt. 1904. G. Schoch: Ein Tropfen Wasser. 1870. Die Technik der künstlichen Fischzucht. Tabelle zur leichten Bestimmung der Fische der Schweiz. Fischfauna des Kantons Zürich. 1880. C. Schröter: Die Flora der Eiszeit. 1883. Der Bambus. 1886. Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). 1897. Die Palmen und ihre Bedeutung für die Tropenbewohner. 1901. A. Weilenmann: Über die Luftströmungen, insbesondere die Stürme Europas. 1876. Die elektrischen Wellen und ihre Anwendung zur drahtlosen Strahlentelegraphie nach Marconi. 1903. R. Wolf: Joh. Feer, Beitrag zur Geschichte der Schweizerkarten. 1873.

Zur Beachtung.

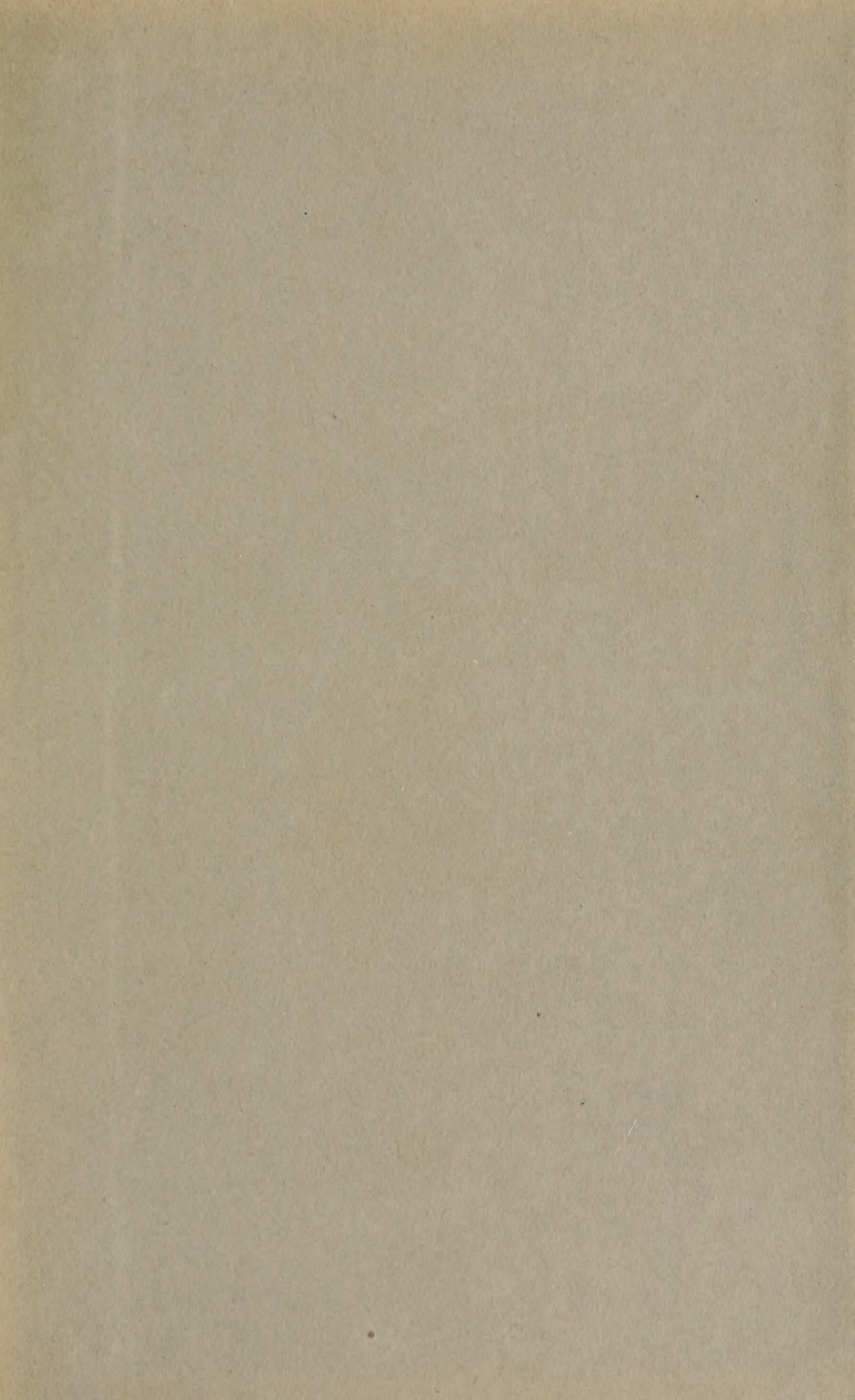
Die Bibliothek ist täglich — mit Ausnahme von Sonn- und Festtagen — geöffnet von 9—12 Uhr und 1/2 2—5 Uhr (im Winter bis zum Eintritt der Dunkelheit).












UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 084208369